MIKROPROCESORY OD PODSTAW

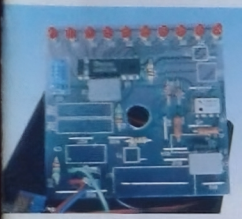
6/96

3 zł 90 gr (39 000 zł)

czerwiec 1996

ELEKTRONIKA dla wszystkich

▼ Sonometr



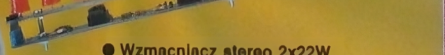
▼ Licznik zdarzeń

Szkoła Konstruktorów:

Rozwiązanie zadania 1

Inteligentne zabawki

Wakacje tuż, tuż...

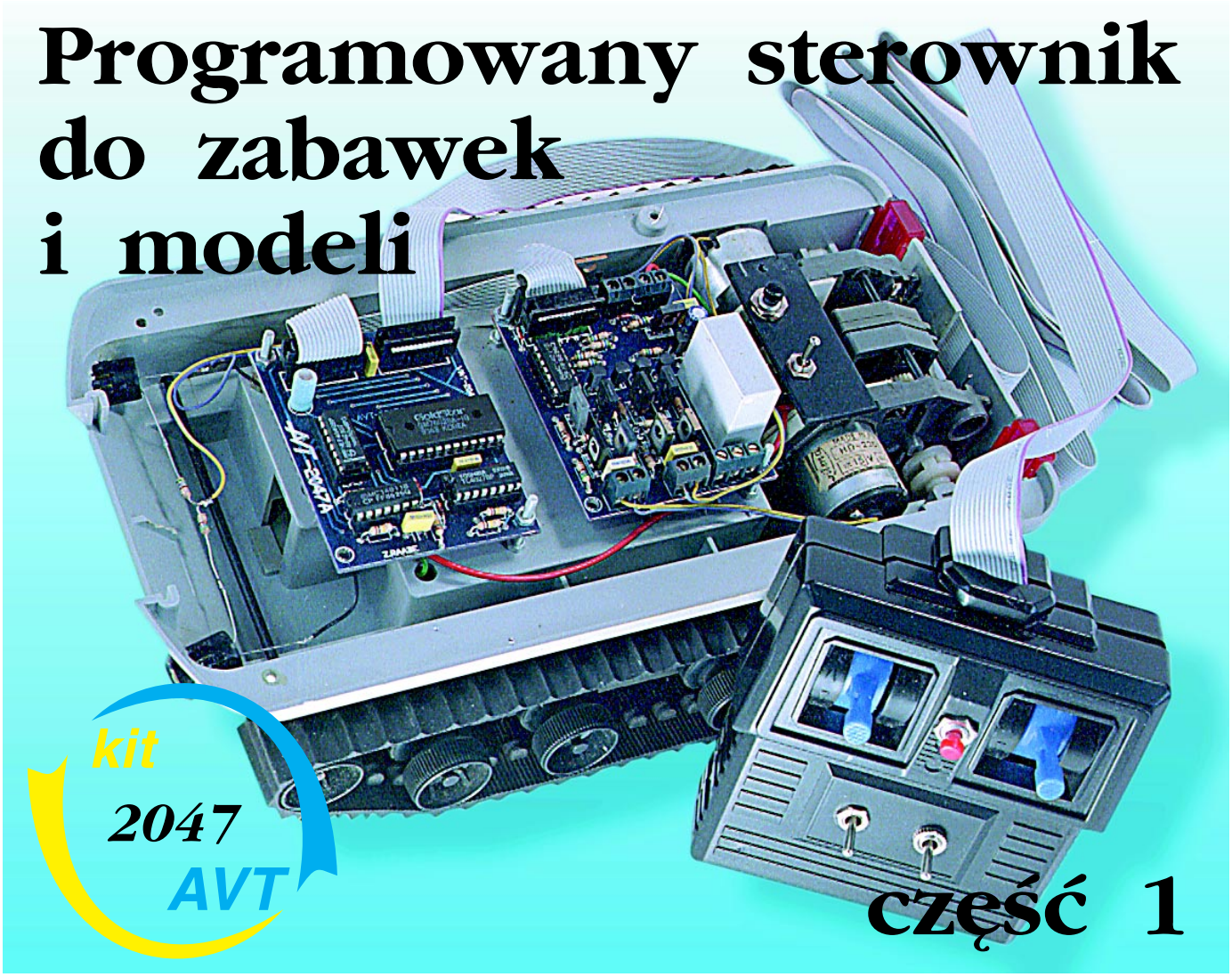


- Wzmacniacz stereo 2x22W
- Automatyczny włącznik oświetlenia
- Próbnik stanów logicznych
- Linijka świetlna
- Sygnalizator akustyczno-optyczny

ELEKTRONIKA 2000

INDEKS 033 62X ISSN 1425-1698

Programowany sterownik do zabawek i modeli



kit 2047 AVT

część 1

EdW postanowiła odrobić wieloletnie zaniedbania i to nie swoje (trudno o wieloletnie zaniedbania w piśmie, które istnieje dopiero parę miesięcy), ale wszystkich wydawnictw zajmujących się w Polsce elektroniką amatorską. Postanowiliśmy mianowicie zabrać się za kompletnie dotąd przez wszystkich lekceważony temat: za zabawki dla dzieci. Zdajemy sobie sprawę z wagi podjętego tematu: dzieci są niezwykle wymagającymi odbiorcami przeznaczonych dla nich wyrobów oraz bezlitosnymi i bezkompromisowymi krytykami. Ponadto, kto jak kto, ale dzieci zasługują na to, aby traktować je z największą powagą. Dodajmy jeszcze, że opisany w tym artykule sterownik może być użyty do wielu innych, całkiem poważnych zastosowań.

Funkcje układu

Sterownik jest układem elektronicznym, który znakomicie rozszerza możliwość sterowania różnorodnymi pojazdami mechanicznymi. Należy go wbudować do istniejącego pojazdu - przykład można podziwiać na fotografii wstępnej.

Ten prosty sterownik umożliwia nauczenie zabawki wykonywania 8-u określonych czynności. Proponowane urządzenie może także zapamiętać cykl czynności wykonywanych przez dowolne urządzenie sterowane prądem elektrycznym i powtórzyć je dowolną ilość razy. Walorów dydaktycznych układu nie sposób przecenić, a o walorach użytkowych decydować będzie pomysłowość Czytelników w kwestii wykonania układu mechanicznego. Urządzenie to może posłużyć do animacji wszelkiego rodzaju modeli bez inwestowania w kosztowną aparaturę do radiowego zdalnego sterowania. Proponowany układ będzie także niezwykle interesującą konstrukcją dla modelarzy "kolejowych". W przypadku bardziej rozbudowanych makiet kolejowych sterownie tylko ośmioma funkcjami może się okazać niewystarczające, ale bez większych przeróbek możemy przecież łączyć ze sobą równolegle praktycznie dowolną ilość modułów programatorów.

Jak już powiedziano, układ pozwala na wielokrotne powtarzanie przez sterowane urządzenie szeregu czynności, których wykonywania zostało uprzednio nauczone. Czynności tych może być maksymalnie osiem (np. w modelu pojazdu gąsienicowego: prawy silnik naprzód, lewy silnik naprzód, prawy silnik wstecz, lewy silnik wstecz, zapal światła, włącz sygnał dźwiękowy itp.). Czas uczenia się, a zatem i odtwarzania zaprogramowanej akcji zależy od częstotliwości zegara sterującego, a tym samym przyjętego rastra. W rozwiązaniu modelowym wykorzystującym raster 0,5s, układ umożliwiał sterowanie modelem czołgu przez ponad 17 minut!

Jeżeli przyjmiemy mniejszy raster, np. 0,1s, to czas wykonywania programu zmniejszy się pięciokrotnie, ale za to też pięciokrotnie wzrośnie precyzja manewrów.

Nasze urządzenie posiada konstrukcję modułową i jak na razie składa się z trzech podstawowych bloków funkcjonalnych - modułów.

Kolejność czynności przy korzystaniu z programatora jest następująca: najpierw przy pomocy pulpitu sterującego należy "nauczyć" układ potrzebnych czynności przez, po prostu, wykonanie ich za pomocą przycisków umieszczonych na pulpicie. Następnie należy odłączyć pulpit sterujący, włączyć funkcję "odczyt" i urządzenie może wielokrotnie wykonać zapamiętane czynności. Pamięć zostanie skasowana dopiero po odłączeniu napięcia zasilającego.

Programator

Właściwy programator zawiera pamięć statyczną RAM typu 6116 z elementami niezbędnymi do jej sterowania. Ten fragment układu posiada osiem wejść/wyjść służących przekazywaniu informacji z pulpitu sterującego i do sterowanego urządzenia. Ponadto moduł ten wyposażony jest w dwa wejścia umożliwiające rozpoczęcie rejestracji programu a następnie jego wielokrotne odtwarzanie. Moduł nie posiada żadnego układu zasilającego - zasilanie (5V) jest pobierane ze sterowanego układu.

Moduł wykonawczy

Moduł wykonawczy jest tylko jednym z wielu możliwych rozwiązań, przeznaczony jest do kierowania pojazdem posiadającym niezależny napęd dwoma silnikami: z prawej i lewej strony. Klasycznym przykładem takiego rozwiązania jest napęd gąsienicowy stosowany w pojazdach bojowych i ciężkich maszynach roboczych. Jak widać na fotografii, taki właśnie pojazd został użyty w rozwiązaniu modelowym.

Układ umożliwia wykonanie przez sterowany pojazd następujących funkcji:

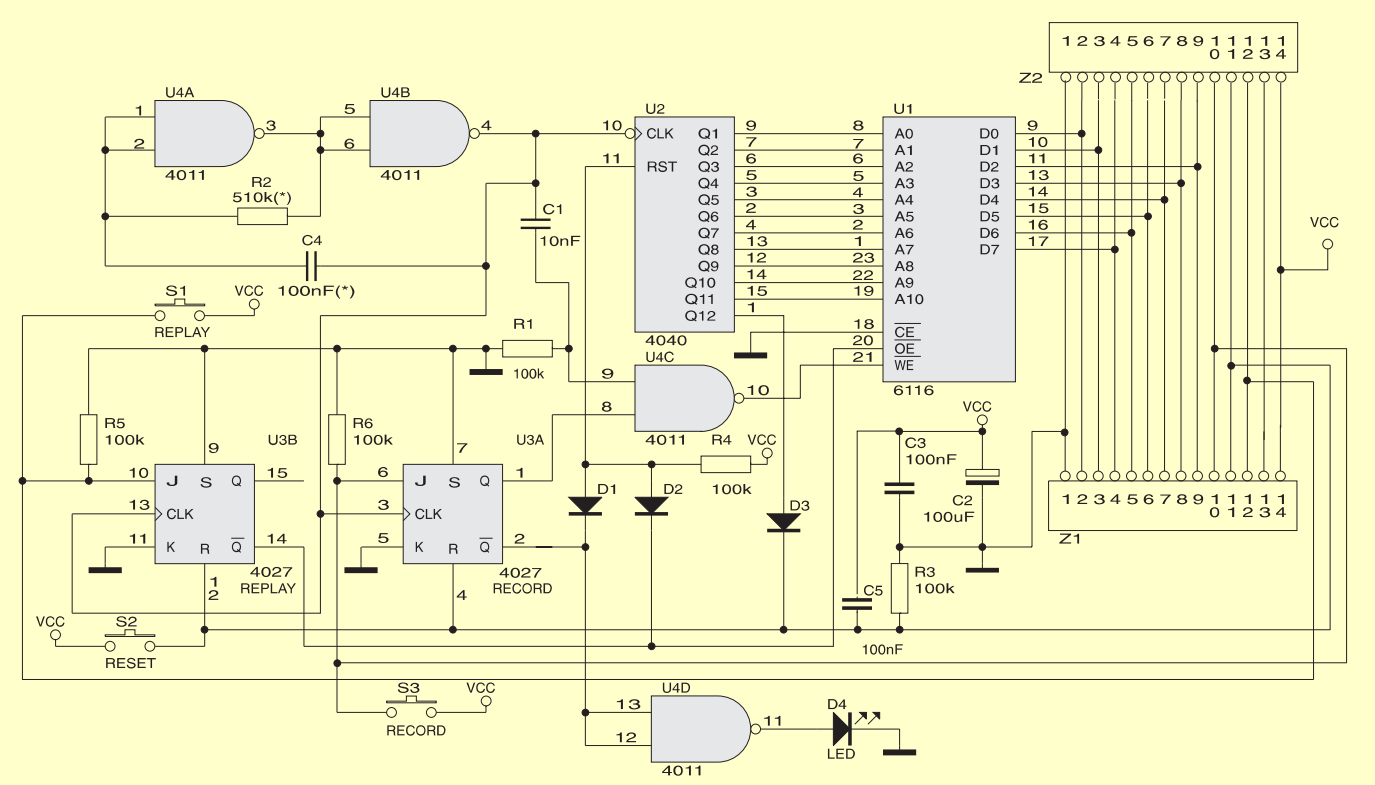
1. Oba napędy stop: sytuacja oczywista
2. Oba napędy do przodu: jazda w przód
3. Oba napędy wstecz: jazda do tyłu
4. Prawy napęd do przodu: zakręt do przodu, w lewo
5. Lewy napęd do przodu: zakręt do przodu, w prawo
6. Prawy napęd do tyłu: zakręt do tyłu, w prawo
7. Lewy napęd do tyłu: zakręt do tyłu, w lewo
8. Lewy napęd do tyłu, prawy napęd do przodu: obrót dookoła osi w prawo.
9. Lewy napęd do przodu, prawy napęd do tyłu: obrót dookoła osi w lewo.
10. Funkcja dodatkowa włączana przekaźnikiem. W rozwiązaniu modelowym przekaźnik włącza światła główne pojazdu.
11. Funkcja dodatkowa włączana tranzystorem. W rozwiązaniu modelowym był to sygnał akustyczny.

Autor widzi już w wyobraźni zawiedzione miny Kolegów zajmujących się modelarstwem samochodowym: "Po co nam taki sterownik, przecież przednie koła samochodu skręcane są w sposób ciągły, nam potrzebny jest programator analogowy, a nie cyfrowy". Cierpliwości, przyjdzie i na to pora! Możemy chyba poświęcić cztery bity informacji z naszego programatora na sterowanie pseudoanalogowe. Cztery bity dadzą nam szesnaście różnych pozycji kół skrętnych. Wystarczy prosty przetwornik... Stop, po kolei. Zakończmy najpierw rozpoczęty temat, a sterowaniem analogowym zajmiemy się w jednym z następnych artykułów. Odpowiedni sterownik jest już opracowywany. Pamiętajmy, że tylko programator jest układem względnie kosztownym. Pozostałe moduły będą z zasady proste i tanie i do jednego programatora będziemy mogli przygotować wiele sterowników czy pulpitów sterujących.

Proponowany moduł wykonawczy nie wykorzystuje wszystkich wyjść programatora, pozostawiając dwa z nich "bez przydziału". Te wyjścia przydadzą nam się z pewnością w kolejnych wersjach rozwojowych naszego urządzenia.

Pulpit sterujący

Trzecim modułem jest klawiatura sterująca, którą trudno nazwać urządzeniem elektronicznym. Jest to po prostu zbiór przycisków i przełączników dobranych według indywidualnych potrzeb użytkownika. Na okrasę dodano do tych elementów mechanicznych sześć inwerterów.



Rys. 1. Schemat ideowy modułu programatora.

Tab. 1.

CE\	OE\	WE\	Tryb pracy	Stan D0...D7	Stan układu
H	X *	X	nie ustalony	wysoka impedancja	oczekiwanie
L	H	H	nie ustalony	wysoka impedancja	aktywny
L	L	H	odczyt	wyjścia	aktywny
L	X	L	zapis	wejścia	aktywny

X oznacza dowolny stan logiczny

Opis działania

Moduł programatora

Moduł programatora, którego schemat elektryczny przedstawiony jest na **rysunku 1**, składa się z trzech, wyraźnie się wyodrębniających bloków funkcjonalnych: pamięci RAM zrealizowanej na układzie scalonym 6116, licznika binarnego adresującego tę pamięć i układu sterującego wraz z zegarem systemowym, zbudowanego z dwóch przerzutników J-K i trzech bramek NAND.

Zanim jednak rozpoczniemy analizę pracy układu, powiedzmy sobie kilka słów o zastosowanej w urządzeniu pamięci 6116. Układ 6116 jest pamięcią typu SRAM (Static Random Access Memory - pamięć statyczna o swobodnym dostępie). Co oznacza ta nazwa? Mówiąc najprościej oznacza, że do pamięci tej możemy zapisywać dane, przechowywać je bez stosowania żadnych dodatkowych procesów elektronicznych i w dowolnej chwili i dowolną ilość razy odczytywać. Wszystkie dane zapisane w pamięci pozostaną w niej tak długo, aż zostaną zastąpione nowymi lub wyłączone zostanie zasilanie systemu. 6116 jest pamięcią o pojemności 2kB, czyli że możemy w niej zapisać dwa tysiące (dokładnie: 2048) słów 8-mio bitowych - bajtów.

Zajmijmy się teraz krótkim opisem wejść/wyjść i funkcji realizowanych przez pamięć 6116. Układ posiada osiem wejść/wyjść danych oznaczonych na schemacie jako końcówki D0...D7. W zależności od aktualnego trybu pracy pamięci z końcówek tych możemy pobierać lub zapisywać do nich dane. Wejściami decydującymi o trybie pracy są dwa wejścia: OE\ (Output Enable - uaktywnienie odczytu) i WE\ (Write Enable - uaktywnienie zapisu). Kreska za symbolami wejść sterujących oznacza, że stanem aktywnym tych wejść jest stan niski. Tabela prawdy dla 6116 (**tab. 1**) pomoże Czytelnikom zorientować się w sposobie pracy tego układu (a także większości innych pamięci SRAM). Z analizy tej tabeli możemy wyprowadzić interesujący i ważny na przyszłość wniosek, że wejście zapisu ma zawsze priorytet przed wejściem odczytu.

Trzecie wejście zezwalające CE\ (Chip Enable) może posłużyć do całkowitego "odłączenia" kostki od reszty systemu. Podanie na to wejście stanu wysokiego wprowadza wszystkie wyjścia pamięci w stan wysokiej impedancji. W naszym układzie to wejście nie będzie wykorzystywane i jest na stałe zwarte do masy, ale w innych systemach umożliwić ono może pracę wielu kostek pamięci z wejściami danych połączonymi równolegle.

Analizę pracy naszego programatora najwygodniej będzie rozpocząć od "momentu narodzin" - włączenia zasilania. Fragment układu z C5 i R3 służy zapobieganiu pojawiania się stanów nieustalonych i zakazanych po włączeniu zasilania. Stan wysoki utrzymujący się przez jakiś czas na wejściach R (Reset - zerowanie) przerzutników U3B i U3A powoduje wyzerowanie tych przerzutników i przygotowanie układu na przyjęcie polecenia zapisu lub odczytu (bezpośrednio po włączeniu zasilania właściwie nie mamy jeszcze czego odczytywać!). Ponieważ zarówno U3A jak i U3B nie są włączone, żadne z ich wyjść Q\ nie zwiera poprzez diodę D1 lub D2 wejścia zerującego licznika U2 do masy i w związku z tym licznik ten też jest wyzerowany. Pracuje tylko generator zegarowy zrealizowany na bramkach U4A i U4B, generując ciąg impulsów o częstotliwości ok. 0,5Hz.

Zapis (programowanie czynności)

Przygotowujemy teraz naszą zabawkę do akcji. Jeżeli jest nią pojazd mechaniczny, to ustawiamy go w pozycji startowej i naciskamy przycisk "RECORD" na pulpicie sterującym. Stan wysoki zostaje doprowadzony do wejścia J przerzutnika U3A i w efekcie tego:

- przy nadejściu najbliższego impulsu zegarowego przerzutnik ten włącza się
- stan "0" pojawiający się na jego wyjściu Q\ za pośrednictwem diody D1 wymusza także stan niski na wejściu zerującym licznika U2 i układ ten rozpoczyna zliczanie impulsów zegarowych
- stan logiczny "1" z wyjścia Q U3A otwiera zamkniętą do tej pory bramkę U4C. Na drugie wejście tej bramki podawane są impulsy zegarowe, podawane przez kondensator C1. Od momentu włączenia tej bramki, krótkie impulsy ujemne podawane są na wejście WE\ pamięci.

Podsumowując: podczas włączonego trybu zapisu każdy kolejny impuls zegarowy zwiększa stan licznika U2 o 1, tym samym adresowana jest kolejna komórka pamięci. Po każdej zmianie adresu generowany jest impuls umożliwiający zapisanie do pamięci stanu (w obecnym trybie pracy - wejść) danych - D0...D7. Stan tych wejść zależy od położenia przycisków na pulpicie sterującym, który omówimy za chwilę. Komendy wydawane z pulpitu sterującego są cały czas nie tylko zapisywane w pamięci ale i przekazywane do układu wykonawczego. Nasza zabawka wykonuje nakazane czynności i jednocześnie zapamiętuje je.

Po osiągnięciu przez licznik U2 stanu $011111111111_{(BIN)}$ kolejne wstępujące zbocze impulsu zegarowego powoduje powstanie stanu "1" na wyjściu Q12 tego licznika. Stan ten, doprowadzony poprzez diodę D3 do wejść R U3A i U3B natychmiast zeruje aktualnie włączony (U3A) przerzutnik i układ powraca do stanu początkowego. No, nie zupełnie, ma już bowiem zapisaną w pamięci ogromną ilość informacji zebraną podczas naciskania przycisków na pulpicie sterowniczym i wykonywania manewrów przez sterowany pojazd, którą za chwilę wykorzystamy.

Elementem dodatkowym programatora jest dioda świecąca D4 włączana za pośrednictwem bramki U4D podczas pracy układu w trybie zapisu. Jest to element opcjonalny, mogący w niektórych sytuacjach ułatwić zorientowanie się, czy rejestracja programu została już zakończona.

Odczyt

Aby wykonać zaprogramowaną sekwencję czynności, ponownie ustawiamy naszą zabawkę w pozycji wyjściowej. Kabel prowadzący od pulpitu sterującego do programatora odłączamy **(nie odłączenie tego kabla może spowodować poważne zakłócenia w pracy układu)** i naciskamy przycisk REPLAY umieszczony w dogodnym miejscu na obudowie zabawki. Naciśnięcie tego przycisku spowoduje włączenie drugiego przerzutnika J-K - U3B. Stan niski z wyjścia Q\ tego przerzutnika zostanie przekazany na wejście OE\ układu pamięci 6116, zezwalając na odczyt danych. Jednocześnie za pośrednictwem diody D2 na wejściu zerującym U2 zostanie także wymuszony stan niski i, podobnie jak podczas zapisu, układ ten rozpocznie zliczanie impulsów i adresowanie pamięci. Tym razem na wyjściach D0...D7 układu pamięci zaczną pojawiać się kolejne kombinacje zero -

jedynkowe, identyczne z tymi, jakie wprowadziliśmy podczas zapisu. Nasza zabawka zaczyna powtarzać wszystkie czynności, jakich została uprzednio nauczona i będzie czynić to aż do momentu osiągnięcia przez licznik U2 stanu $100000000000_{(BIN)}$ (lub naciśnięcia przycisku RESET). W tym momencie stan "1" z wyjścia Q12 tego licznika wymusi za pośrednictwem diody D3 stan wysoki na wejściach zerujących przerzutników i układ powróci do stanu wyjściowego, gotowy do ponownego odczytu lub zarejestrowania nowego programu.

Moduł wykonawczy

Schemat elektryczny modułu wykonawczego pokazany jest na **rysunku 2**. Od razu widać, że składa się on z dwóch identycznych bloków funkcjonalnych - układów sterowania silników: prawego i lewego oraz z przekaźnika i tranzystora włączających jeszcze nie sprecyzowane urządzenia.

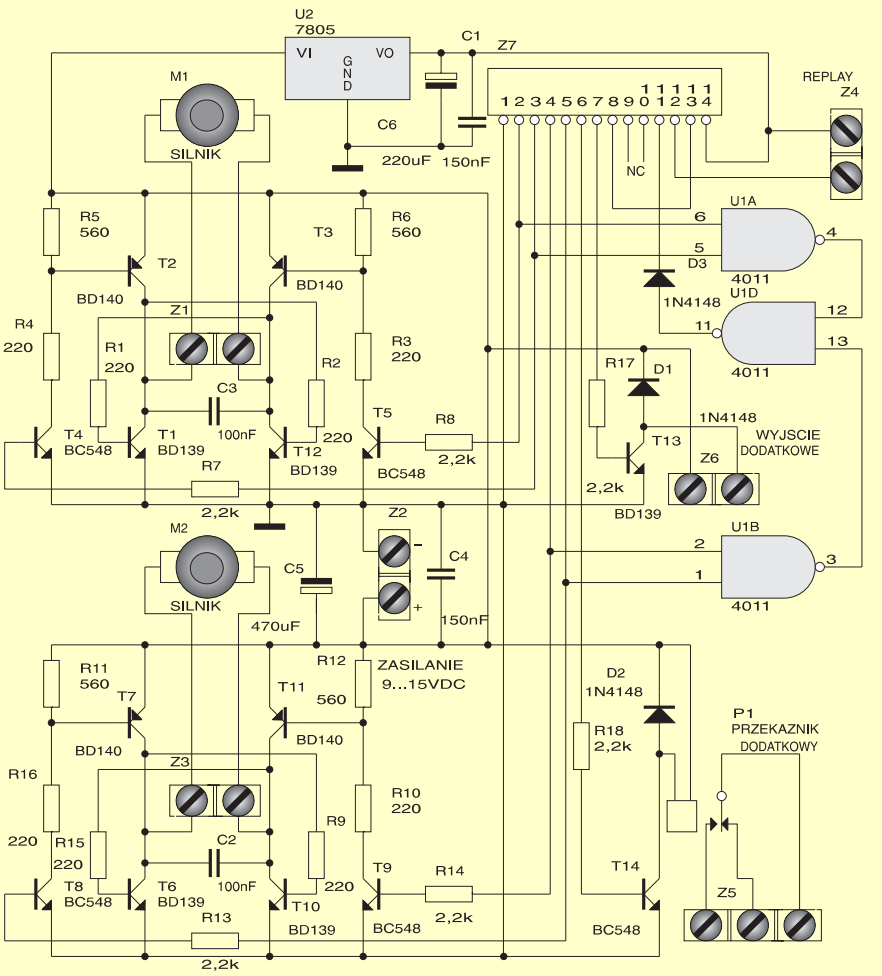
Jeszcze raz podkreślamy, że o ile moduł programatora jest urządzeniem, którego droga rozwojowa już się zakończyła (co bynajmniej nie oznacza, że autor uważa go za układ perfekcyjnie zaprojektowany) to opisywany teraz układ jest jedynie jednym z dziesiątków możliwych do zrealizowania układów wykonawczych. Nie ma przeszkód, aby nasz programator połączyć z innego rodzaju modułem wykonawczym i wykorzystać np. do sterowania światłami w dyskotece lub różnymi urządzeniami w domu?

Pozostańmy jednak przy pierwszym z proponowanych układów. Działanie układów włączania urządzeń dodatkowych jest oczywiste i nie ma sensu ich tutaj opisywać. Skupmy się więc na układzie włączania i zmiany kierunku obrotu silnika. Na **rysunku 3** widzimy nieco uproszczony fragment tego układu, narysowany do celów poglądowych.

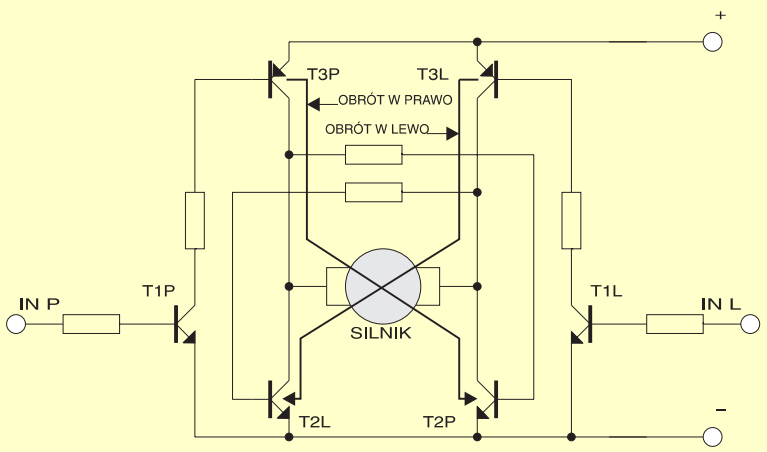
Elementy odpowiedzialne za pracę silnika w prawo (umownie) zostały dodatkowo oznaczone literką "P", odpowiedzialne za obrót w lewo - "L" (Uwaga! Numeracja elementów na tym rysunku nie ma nic wspólnego z numeracją na schemacie ideowym i montażowym). Przeanalizujmy teraz trzy możliwe sytuacje

1. W punkcie IN P i w punkcie IN L panuje stan niski. Łatwo dojść do wniosku, że w tym momencie żaden z tranzystorów nie przewodzi i po przekątnej mostka utworzonego przez tranzystory T2P, T3P, T2L i T3L żaden prąd nie płynie.
2. W punkcie IN P panuje stan wysoki. Tranzystor T1P przewodzi polaryzując poprzez opornik R1P bazę tranzystora T3P. Z kolei przewodzący tranzystor T3P za pośrednictwem rezystora R2P wprowadza w stan przewodzenia tranzystor T2P. W efekcie powyższego przewodzą dwa tranzystory mocy T2P i T3P co powoduje przepływ prądu przez silnik w kierunku oznaczonym strzałką z literą P.
3. W punkcie IN L powstaje stan wysoki. Tranzystor T1L przewodzi polaryzując poprzez opornik R1L bazę tranzystora T3L. Z kolei przewodzący tranzystor T3L za pośrednictwem rezystora R2L wprowadza w stan przewodzenia tranzystor T2L. W efekcie zaistniałej sytuacji przewodzą dwa tranzystory mocy T2L i T3L, co powoduje przepływ prądu przez silnik w kierunku oznaczonym strzałką z literą L.

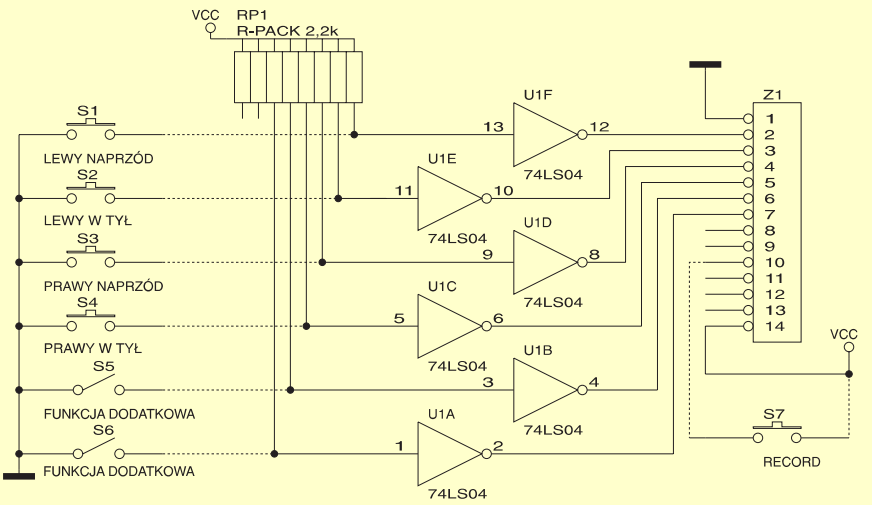
Konstrukcja sterownika uniemożliwia jednoczesne włączenie tranzystorów "prawych" i "lewych". Służy temu układ



Rys. 2. Schemat ideowy modułu wykonawczego.



Rys. 3.



Rys. 4. Schemat ideowy pulpitu sterującego.

z bramkami U1. Jednoczesne pojawienie się wysokich stanów logicznych na wyjściach U1-1 i U1-2 lub U1-5 i U1-6 spowoduje powstanie stanu wysokiego na wyjściu U1-11 i w konsekwencji natychmiastowe wyzerowanie układu już w fazie programowania. Jeżeli będziemy wykorzystywać typ pulpitu sterującego, w którym wymienione stany zakazane nie będą mogły występować, to układu U1 możemy nie montować. Zalecamy stosowanie podstawek pod wszystkie układy scalone, lecz szczególnie istotne jest to w przypadku ukladu U1 - przez proste włożenie lub wyjęcie tej kostki z podstawki będziemy mogli przystosowywać nasz moduł do różnych typów pulpitów sterujących.

Pulpit sterujący

Podobnie jak moduł wykonawczy, ta część systemu jest tylko jedną z wielu możliwych propozycji. Schemat pulpitu widzimy na **rysunku 4**.

Elektroniki tu tyle, co kot napłakał: w zasadzie układ składa się wyłącznie z przełączników a jedynymi elementami elektronicznymi są inwertery 7404. Ich zastosowanie nie zostało podyktowane koniecznością, lecz przezornością: autor przewidywał poważne trudności ze zdobyciem przycisków monostabilnych typu NC (Normally Closed - normalnie zwarte). Zastosowanie inwerterów umożliwi użycie przycisków typu NO (Normally Open - normalnie rozwarte), co w rezultacie uprości kompletację kitów i najprawdopodobniej obniży ich cenę. Jako S1, S4...S7 zaleca się użyć przycisków monostabilnych, a jako S2, S3,S8 i S9 - przełączników bistabilnych.

W następnym numerze EdW będzie zamieszczony opis montażu i uruchomienia sterownika.

Zbigniew Raabe

Reklamy w piśmie

ELEKTRONIKA *dla wszystkich*

Ogłoszenia reklamowe drukowane są wyłącznie w wymiarach standardowych podanych w poniższej tabelce.

Powierzchnia	**Format** (mm) szer. x wys.	**Strona kolorowa** cena bez VAT
1/12 str.	56x64, 116x30	225,- zł
1/8 str.	176x30, 86x64	324,- zł
1/6 str.	56x132	413,- zł
1/4 str.	86x132, 41x260	555,- zł
1/3 str.	56x260, 176x84	745,- zł
1/2 str.	176x132, 86x260	1005,- zł
1/1 str.	176x260	1680,- zł

Okładki: str. II i III ..... 2000,- zł
1/2 II i III str. ... 1200,- zł
str. IV ..... 3000,- zł

RABATY dla powtórzeń: 4..6 razy ..... 10%, 7...11 razy. .... 20%, 12 i więcej 30%

Wrzutki reklamowe: warunki do uzgodnienia.

*Uwaga! **SUPERTANIE OGŁOSZENIA** w rubryce "Rynek Elektroniki", przeznaczonej głównie dla małych przedsiębiorstw i osób fizycznych prowadzących działalność gospodarczą.*

Podstawowym modułem jest **ramka 54x30 mm** w cenie tylko **30 zł netto** (czyli 36,60 zł z VAT). Można zamówić również ramki większe, stanowiące 2, 3 lub 4-krotność modułu podstawowego. Ogłoszenia są **wyłącznie czarno-białe**. Reklamy do tej rubryki mogą być przygotowane przez Zamawiającego w postaci wydruku z drukarki laserowej lub pliku w formacie CorelDraw (tekst zamieniony na krzywe) z próbnym wydrukiem, albo pliku w dowolnym edytorze tekstu, jeśli krój czczionek nie ma znaczenia. Mogą być też przygotowane w redakcji (gratis) na podstawie odręcznego szkicu lub maszynopisu, jednak opracowania nie będą wówczas uzgadniane z Zamawiającym przed oddaniem do druku.

Szczegółowych informacji udziela Dział Reklam: Ewa Kopeć, tel. 35 66 77

Aplikacje układów LM3914/5/6 część 3

W drugim numerze Elektroniki dla Wszystkich przedstawiliśmy płytkę drukowaną PW-02, na której można zmontować jeden z wielu interesujących układów. Wspólną cechą wszystkich urządzeń montowanych na tej płytce jest obecność kostki sterującej z rodziny LM3914, 3915 lub 3916 oraz linijki świetlnej zbudowanej z dziesięciu diod LED.

Miernik natężenia dźwięku

Pomimo swej wyjątkowej prostoty jest bardzo pożytecznym narzędziem w rękach każdego elektronika hobbysty. Pozwala sprawdzać właściwości wszelkich elementów i urządzeń elektroakustycznych.

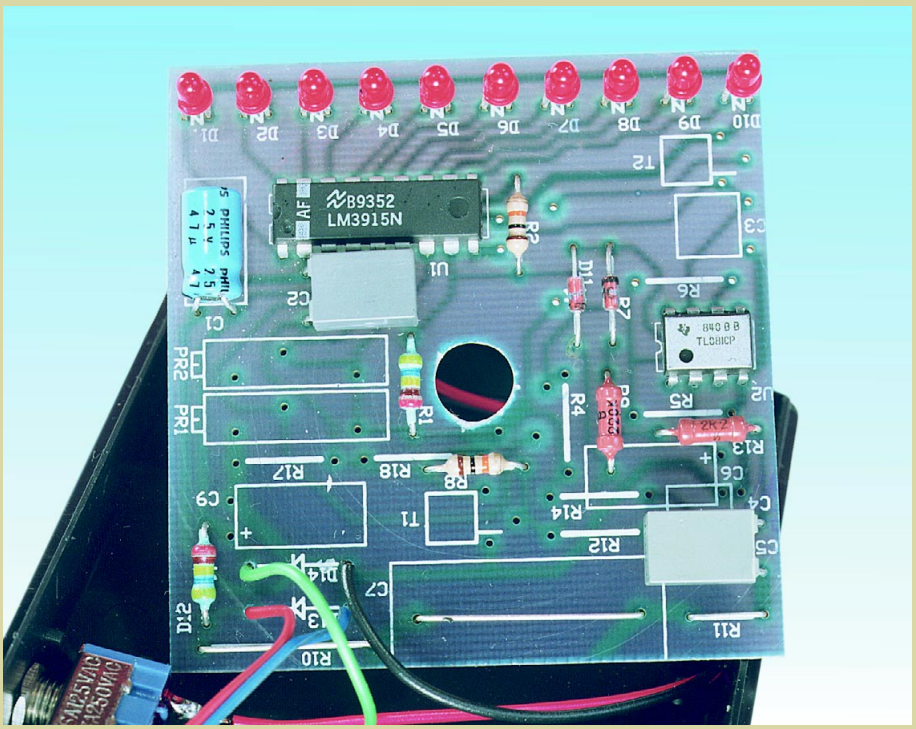
Układy budowane na płytkach wielofunkcyjnych mają walor poznawczy, pokazują bowiem rozmaite sposoby wykorzystania tego samego układu scalonego, a oprócz tego niewątpliwie są przydatne w praktyce. Dotychczas opisaliśmy monitor stanu akumulatora samochodowego i wskaźnik wysterowania audio; dziś prezentujemy następne pożyteczne urządzenie - miernik natężenia dźwięku.

Ponieważ płytka PW-02 przeznaczona jest do zmontowania wielu różnych układów, więc przewidziano na niej miejsce dla licznych elementów, z których tylko niektóre są montowane w danym przypadku. Fotografie, rysunki i schematy w artykule przedstawiają tylko te podzespoły, które mają być zamontowane. Z tego powodu numeracja użytych elementów nie jest ciągła, ale za to montaż jest wręcz dziecinnie prosty.

Przed zapoznaniem się z treścią artykułu warto powrócić do materiału w EdW 2/96, gdzie podano opis płytki i zwięzłe omówienie podstawowych właściwości kostek LM3914...3916. Podane tam wiadomości mogą się okazać niezbędne do zrozumienia działania przedstawionego dziś układu.

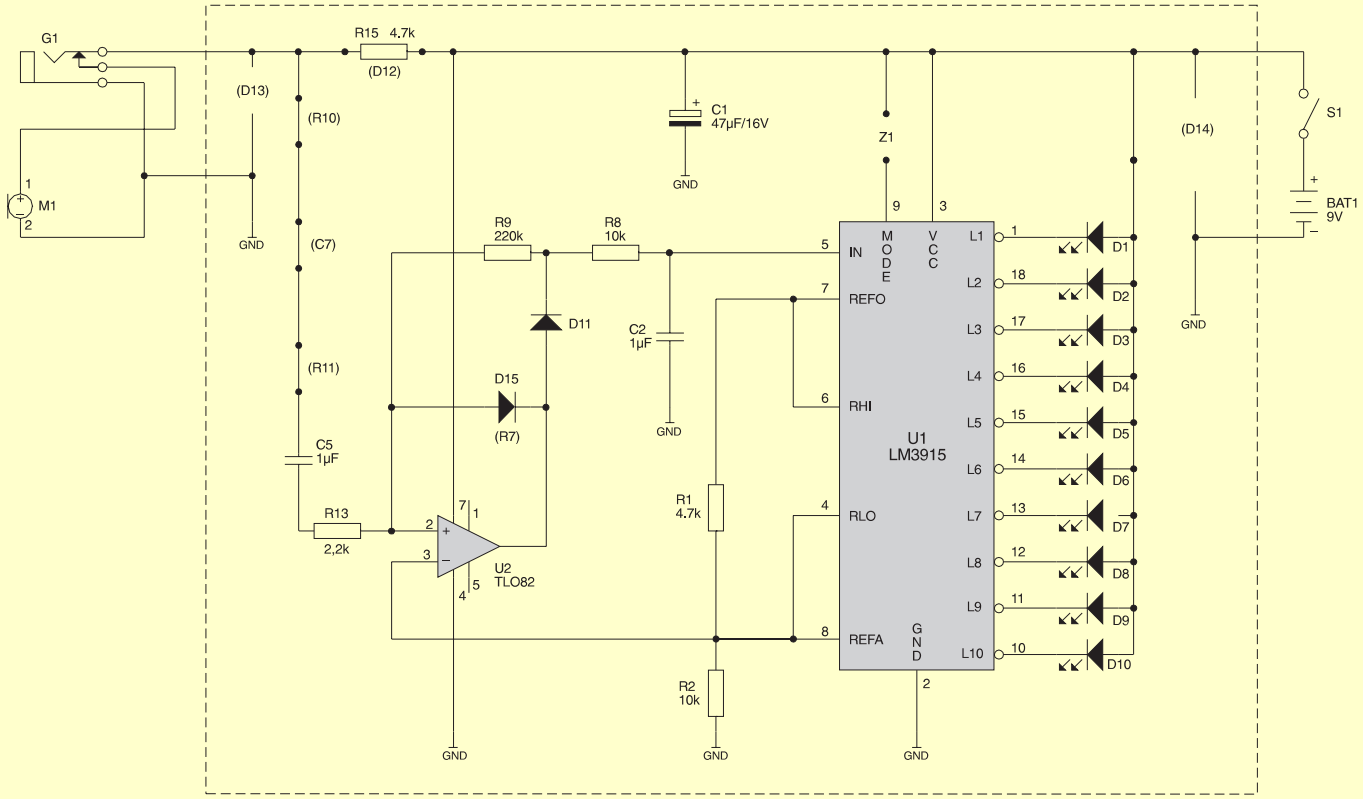
Miernik natężenia dźwięku - sonometr

Miernik natężenia dźwięku jest podstawowym narzędziem elektroakustyka. Za jego pomocą można sprawdzić równomierność pokrycia dźwiękiem nagłaśnianego obiektu, ustawić właściwe poziomy głośności. Choć większość czytelników Elektroniki dla Wszystkich nie jest i nie będzie zawodowymi elektroakustykami, przyrząd ten zapewne im się przyda. Za jego pomocą można sprawdzać metodą porównawczą skuteczność mikrofonów, głośników, słuchawek, przetworników piezoelektrycznych itp. Przyrząd wespół z generatorem małej częstotliwości umożliwi nawet sprawdzenie przebiegu charakterystyki częstotliwościowej wymienionych przetworników.



Opis układu

Schemat ideowy miernika pokazany jest na **rysunku 1**. Elementem pomiarowym jest dwukońcówkowy mikrofon elektretowy M1. Aby umożliwić sprawdzanie mikrofonów dodano gniazdo we-



Rys. 1. Schemat ideowy sonometru.

jściowe G1. Włożenie wtyku odłącza wewnętrzny mikrofon.

Sygnał wejściowy jest podawany na układ prostownika aktywnego zbudowanego z układem scalonym U2. Prostownik aktywny, opisany szczegółowo w EdW 2/96 jednocześnie wzmacnia sygnał. O wartości wzmocnienia decyduje stosunek rezystancji R9 do rezystancji R13 (i ewentualnie R15). Wzmocniony i wyprostowany jednopołówkowo sygnał jest podawany na wejście wskaźnika LM3915 o logarytmicznej charakterystyce wskazań. "Po drodze" umieszczono filtr o niewielkiej stałej czasowej ładowania R8xC2 i dużej stałej rozładowania (R8+R9)xC2, dzięki czemu miernik pokazuje wartości szczytowe, a nie średnie. Jeśli potrzebny byłby miernik o powolnej charakterystyce, pokazujący wartość średnią, można zwiększyć rezystancję R8 nawet do 1MW.

Wskaźnik LM3915 pracuje w najprostszym układzie aplikacyjnym. Napięcie na rezystorze R1 wynosi około 1,25V - wynika to z zasady działania układu. Prąd wypływający z końcówki 7 (czyli w praktyce wartość R1) decyduje o prądzie diod świecących. Z kolei rezystancja R2 ustala napięcie na wejściu nieodwracającym wzmacniacza operacyjnego U2 i nóżce 8 układu U1. Napięcie to wynosi około 2,5V i pełni rolę sztucznej masy dla prostownika aktywnego ze wzmacniaczem U2.

Zastosowanie "logarytmicznego" układu LM3915 daje miernik o rozpiętości skali 30dB (co 3dB) co jest wystarczające do większości proponowanych zastosowań. W razie potrzeby można zastosować przełącznik zmieniający wzmocnienie, dołączający równolegle do rezystora R9 rezystor o wartości około 7,5kW. Rozszerzy to całkowity zakres pomiarowy do prawie 60dB.

Montaż

Schemat montażowy zawierający wszystkie użyte elementy pokazany jest na **rysunku 2**. Pomocą będą też fotografie.

Aby umieścić płytkę w typowej obudowie KM-33 należy ją nieco skrócić obcinając fragment zawierający otwory mocujące i kondensator C8. Część tę oddzielono na rysunku 6 ciągłą linią. Podczas montażu należy najpierw wlutować zwory w miejsce R10, C7 i R11, a następnie rezystory, diody D11 i D15, wreszcie kondensatory i podstawki pod układy scalone. Diodę D15 należy montować w miejsce rezystora R7 paskiem w stronę diod świecących, a rezystor R15 w miejsce diody D12.

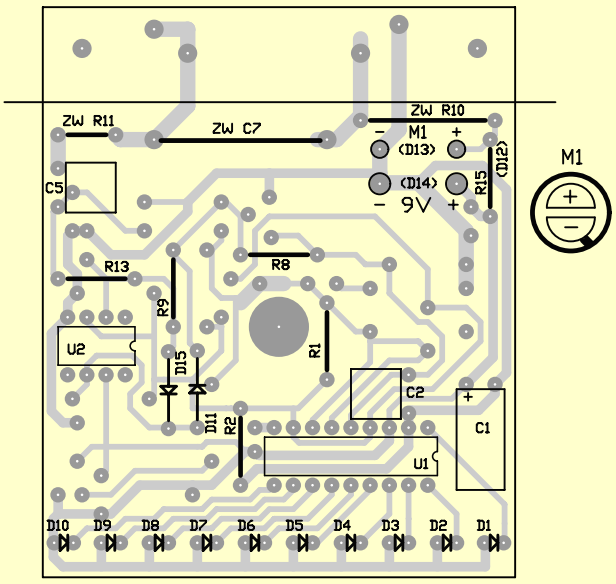
Przygotowanie, sprawdzenie i montaż diod świecących D1 - D10 należy przeprowadzić według wskazówek podanych w pierwszym artykule o płytkach wielofunkcyjnych zamieszczonym w EdW 2/96. Tym razem diody powinny być zmontowane "na stojąco", około 6mm nad płytką drukowaną. Dłuższa koncówka diody świecącej to anoda - czyli "plus".

Przewody zasilające można wlutować w wolne otwory diody D14, a mikrofon w miejsce diody D13. Dla ułatwienia na rysunku 6 pokazano biegunowość typowego mikrofonu - jak widać obudowa mikrofonu jest połączona z końcówką ujemną.

Po zmontowaniu wszystkich elementów i włożeniu układów w podstawki należy dokładnie sprawdzić poprawność montażu, w szczególności czy podczas lutowania nie powstały jakieś zwarcia.

Układ bezbłędnie zmontowany ze sprawnych elementów od razu powinien pracować poprawnie. W tak prostym układzie nie przewiduje się kalibracji.

Większość Czytelników miałaby duże trudności z wykalibrowaniem przyrządu, bowiem potrzebny byłby do tego wzorcowy miernik natężenia dźwięku. Ponadto w przyrządzie zastosowano tani popularny mikrofon elektretowy, którego charakterystyka częstotliwościowa może nie być równomierna. Na szczęście kalibracja wcale nie jest niezbędna! W ogromnej większości przypadków nie jest potrzebna znajomość bezwzględnego poziomu dźwięku, a tylko *różnice poziomów*.



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na plytce drukowanej PW-02.

-21	-18	-15	-12	-9	-6	-3	0dB	+3	+6

Rys. 3. Skala sonometru.

Dlatego na skali przyrządu nie zaznaczono wartości poziomu dźwięku (SPL - Sound Pressure Level), a umieszczono tylko skalę decybelową pomocną przy dokonywaniu pomiarów porównawczych. Punkt 0dB mógłby być umieszczony w dowolnym miejscu skali.

Układ nie wymaga żadnej regulacji i powinien pracować od razu bez problemów. W razie trudności należy przede wszystkim sprawdzić pobór prądu. W ciszy, gdy żadna dioda nie jest zaświecona, układ zasilany z baterii 9V pobiera około 5mA prądu, gdy świeci jedna z diod - 9...10mA. Najczęstszą przyczyną kłopotów są zwarcia i pomyłki w montażu - i to należy sprawdzić w pierwszej kolejności. Następnie należy zmierzyć napięcie na rezystorze R2 - powinno wynosić 2,4...3V, a na rezystorze R1 - około 1,25V. Napięcie na nóżce 5 kostki U1 powinno rosnąć przy zwiększaniu głośności dźwięku.

Układ modelowy umieszczono w obudowie KM-33B. W górnej pokrywie wywiercono otwory na diody wiertłem o średnicy 3,2mm. Wykonano też otwory na mikrofon, gniazdo i wyłącznik. Do równego zaznaczenia otworów na diody warto wykorzystać płytkę drukowaną *przed jej zmontowaniem*. W płytce tej są przecież otwory do wlutowania diod - wystarczy przyłożyć płytkę do obudowy i zaznaczyć cienkim wiertłem lub igłą miejsca wiercenia wykorzystując co drugi otwór.

Aby wykonać estetyczną skalę wystarczy wykonać kserokopię **rysunku 3** na papierze samoprzylepnym, a następnie polakierować bezbarwnym lakierem w spraju i nakleić.

Fala stojąca i pogłos

Fala stojąca to zmora elektroakustyków. Najprościej rzecz ujmując w słabo wytłumionym pomieszczeniu dźwięk wielokrotnie odbija się od ścian, sufitu i podłogi. Fala odbita dodaje się lub odejmuje od fali głównej, zależnie od długości fali (czyli częstotliwości) i wymiarów pomieszczenia. Fala dźwiękowa w powietrzu ma długość w zakresie od kilku centymetrów do kilku metrów. W efekcie w niektórych miejscach pomieszczenia dźwięk jest cichszy, w innych głośniejszy.

Czym słabiej wytłumione pomieszczenie (czyli jeśli zawiera mało miękich, pochłaniających dźwięk przedmiotów), tym większa fala stojąca i większa nierównomierność nagłośnienia.

Zjawisko fali stojącej można łatwo zaobserwować w pustych (i nie tylko) pomieszczeniach i to zarówno "na ucho" jak i przy pomocy opisywanego przyrządu. Wystarczy włączyć ton o częstotliwości rzędu kilkuset herców i pomału przemieszczać się wraz z przyrządem wewnątrz pomieszczenia.

Oczywiście wystąpienie fali stojącej może wręcz uniemożliwić interpretację wyników pomiarów z wykorzystaniem sonometru. Jeśli pomiary wykonywane będą w źle wytłumionym pomieszczeniu, to wyniki zależeć będą od miejsca ustawienia mikrofonu, a nie tylko od odległości od źródła dźwięku.

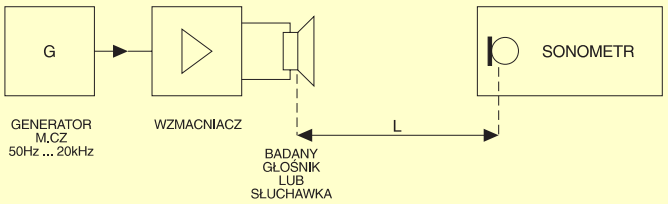
Zjawiskiem pokrewnym, również wynikającym z odbić dźwięku jest pogłos. Wskutek wielokrotnych odbić, po wyłączeniu źródła dźwięku dźwięk nie zanika natychmiast, tylko utrzymuje się przez pewien czas, zwany czasem pogłosu. Zjawisko to najlepiej można zaobserwować w dużych kościołach i katedrach. Tam jest pożądane, bowiem dźwięk muzyki czy chóru jest bardziej majestatyczny, pełniejszy i silniej oddziałuje na słuchaczy. Jednak w większości przypadków pogłos jest niekorzystny, zmniejsza bowiem zrozumiałość mowy i fałszuje obraz dźwiękowy. Dlatego w studiach, salach konferencyjnych, aulach stosuje się różnorodne materiały pochłaniające dźwięk, czyli zmniejszające odbicia.

Osoby niezorientowane często uważają wystąpienie pogłosu jako dowód na dobrą akustykę pomieszczenia. W rzeczywistości jest odwrotnie - wierny obraz dźwięku można uzyskać tylko w dobrze wytłumionym pomieszczeniu. Ale z gustami się nie dyskutuje - jeśli ktoś lubi pomieszczenia słabo wytłumione - ma do tego pełne prawo.

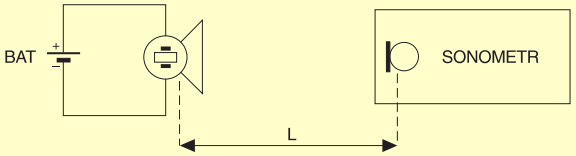
Zastosowanie

Pomimo swej prostoty miernik jest cennym przyrządem w pracowni każdego elektronika-hobbysty.

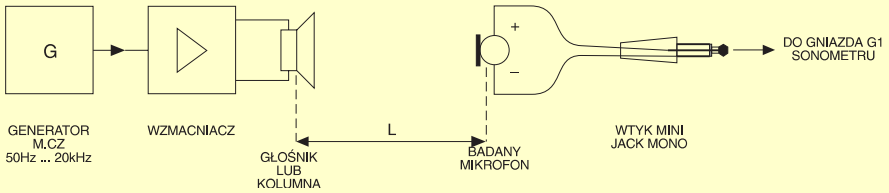
Elektronik często musi dobrać dwa jednakowe przetworniki: mikrofony, słuchawki, brzęczyki piezo. Opisywany przyrząd znakomicie to ułatwi i pozwoli określić różnice skuteczności wprost



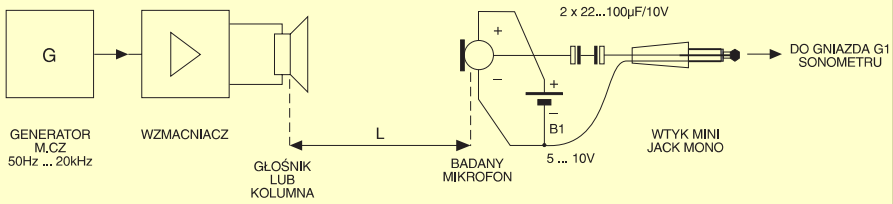
Pomiary głośników, słuchawek i membran piezo



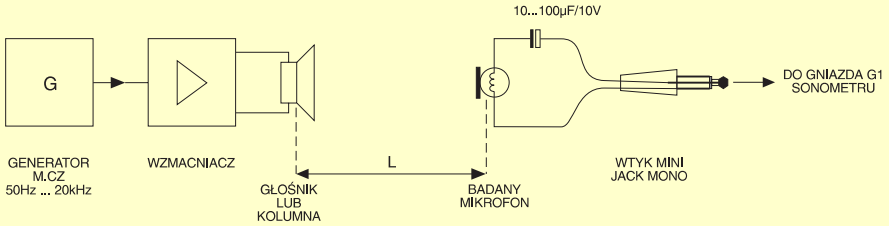
Pomiary brzęczyków piezo



Pomiary mikrofonów elektretowych dwukońcówkowych



Pomiary mikrofonów elektretowych trzykońcówkowych



Pomiary mikrofonów dynamicznych

Rys. 4. Układy pomiarowe.

w decybelach. Na **rysunku 4** pokazano odpowiednie układy pomiarowe.

Co więcej, przyrząd umożliwi porównanie skuteczności mikrofonów, głośników, kolumn itp. różnego typu, a nawet określenie ich charakterystyki częstotliwościowej! A to już jest zagadnienie bardzo często spotykane w życiu. Czy nie miałeś nigdy wrażenia, drogi Czytelniku, że niektóre głośniki przy tej samej dostarczonej mocy elektrycznej grają znacznie ciszej niż inne. Szczególnie dotyczy to tanich kolumienek samochodowych produkcji dalekowschodniej. Nabywca jest oczarowany podanymi na opakowaniu parametrami, szczególnie mocą. Później po dołączeniu do wzmacniacza okazuje się, że głośniki grają jakoś cicho i lepszy efekt uzyskuje się dołączając choćby jakieś stare krajowe głośniki o mniejszej mocy nominalnej.

Podobnie rzecz się ma z mikrofonami. Przykładowo tanie mikrofony elektretowe mogą mieć bardzo duży rozrzut skuteczności nawet jeśli pochodzą z tej samej serii produkcyjnej. Mikrofony elektretowe mają znacznie większą skuteczność od mikrofonów dynamicznych. Występują także spore różnice w szerokości przenoszonego pasma częstotliwości.

Wszelkie takie różnice można określić używając opisywanego przyrządu.

W stosownym układzie z rysunku 4 można zmierzyć i zanotować wskazania miernika dla różnych egzemplarzy przetworników przy kilku różnych częstotliwościach w zakresie 50Hz...20kHz. Oczywiście nie można w ten sposób precyzyjnie określić przebiegu charakterystyki częstotliwościowej, ale na pewno można dość dokładnie porównać właściwości różnych przetworników - i o to w praktyce chodzi.

Głośność dźwięku i odległość między źródłem dźwięku i mikrofonem można dobrać, aby miernik wskazywał umowne 0dB na swej skali, ale równie dobrze pomiary można przeprowadzić w innym miejscu skali.

Podczas pomiarów kolejnych przetworników należy koniecznie zachować stałą odległość między źródłem dźwięku i mikrofonem (na rysunku 4 oznaczona literą L), a pomiary przeprowadzać w warunkach wykluczających powstanie fali stojącej, czyli najlepiej na wolnym powietrzu lub w bardzo dobrze wytłumionych pomieszczeniach.

Dobrym rozwiązaniem może się okazać użycie generatora szumu różowego - wtedy jednak należy zwiększyć w przyrządzie wartość R8, aby uzyskać miernik wartości średniej, a nie szczytowej.

Piotr Górecki

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory
R1, R15: 4,7kW
R2, R8: 10kW
R9: 220kW
R13: 2,2kW

Kondensatory
C1: 47µF/16V
C2, C5: 1uF stały

Półprzewodniki
D1...D10: LED 3mm
D11, D15: 1N4148
U1: LM3915
U2: TL082

Różne
M1: mikrofon elektretowy
podstawki pod układy scalone
płytka drukowana PW-02
obudowa KM33B kpl.
złączka baterii
gniazdo mini jack mono
wyłącznik
przewody

Płytkę wielofunkcyjną PW-02 oraz komplet elementów sonometru można otrzymać na warunkach podanych na stronie 60.

Ogłaszamy już czwarte zadanie - zabezpieczenie roweru przed kradzieżą. Zapewne wielu Czytelników EdW zmierzy się z tym tematem, tak aktualnym w okresie letnim.

Z wielką satysfakcją przedstawiamy podsumowanie wyników pierwszego zadania. Otrzymaliśmy tak wielką liczbę listów, tak wiele projektów, tyle ciekawych pomysłów, że uskrzydleni sukcesem tej rubryki wykonaliśmy tytaniczną pracę belferską, której rezultaty widać niżej w postaci obszernego omówienia kilkuset rozwiązań.

Zadanie 4

Zabezpieczenie roweru przed kradzieżą

Autor lub autorzy najlepszego rozwiązania zostaną uhonorowani wybranymi przez siebie zestawami AVT o łącznej wartości 100 zł. Autorzy opublikowanych propozycji zadań będą mogli wybrać zestaw(y) AVT o wartości 30 zł.
Rozwiązanie zadania powinno zawierać schemat elektryczny i dokładny opis działania; model i schematy montażowe nie są wymagane. Na rozwiązania czekamy do końca miesiąca podanego na okładce EdW (zadanie 4 - do 30 czerwca 1996).

Nadeszło lato. Wielu z nas używa roweru, bądź jako środka komunikacji, bądź w celach rekreacyjnych. Niektórzy mają drogie rowery górskie, kosztujące ponad 2000 (nowych) złotych. Radość jazdy rowerem zakłóca jednak obawa przez kradzieżą. Dlatego tematem kolejnego zadania jest **opracowanie sposobu zabezpieczenia roweru przed kradzieżą.**

Rozwiązania mogą być różne. Przede wszystkim, z racji profilu pisma, oczekujemy na rozwiązania "elektroniczne". Ale ponieważ temat jest naprawdę poważny, gotowi jesteśmy wspomnieć dla wspólnego pożytku także o innych oryginalnych sposobach.

Wydaje nam się, że wysiłek powinien pójść w kierunku skonstruowania alarmu dźwiękowego, który przeraźliwym, głośnym sygnałem odstraszyłby złodzieja, próbującego odjechać na cudzym rowerze. Mamy dziś na rynku tanie przetworniki piezoelektryczne, które przy zasilaniu napięciem zmiennym o częstotliwości 3,5kHz i amplitudzie ok. 30...50V zapewniają głośność ponad 100dB. Do zasilania można użyć baterii alkalicznych (9V lub "paluszków"), a napięcie zmienne można zwiększyć stosując cewkę lub transformator z niewielkim rdzeniem ferrytowym. Membrana popularnego krajowego przetwornika PCA-100 ma średnicę 48mm i wysokość całkowitą około 7mm.

Przy konstruowaniu urządzenia alarmowego należy wziąć pod uwagę kilka istotnych czynników.

W stanie czuwania układ powinien pobierać jak najmniejszy prąd, najlepiej rzędu pojedynczych mikroamperów. Warto więc wykorzystać układy cyfrowe CMOS. Zapewni to długotrwałą pracę z jednej baterii.

Obudowa powinna być szczelna i mocna, żeby zapezpieczała układ przed deszczem i próbą uszkodzenia przez uderzenie (np. hermetyczna puszka do instalacji elektrycznych). Urządzenie powinno być odporne na próby sabotażu, np. wyjęcie baterii zasilającej.

Wyłączanie alarmu przez użytkownika musi odbywać się za pomocą jakiegoś klucza: dobrze ukrytego wyłącznika, toru podczerwieni, nadajnika radiowego (CB 27MHz) itp.

Czujnik wywołujący alarm musi działać niezawodnie i być odporny na sabotaż - nie można np. zastosować zewnętrznego czujnika, który nie będzie reagował po przecięciu przewodów. Godny uwagi wydaje się czujnik bezwładnościowy, w którym ruch i drgania wywołują alarm. Czujnik taki musi działać w różnych pozycjach - nie tylko przy ustawieniu roweru w pionie, ale i przy nachyleniu o pewien kąt.

Jak zwykle preferować będziemy rozwiązania możliwie proste, niezawodne i praktyczne. Ale jeśli ktoś przyśle rozwiązanie częściowe, obejmujące tylko pewien wycinek problemu, również ma dużą szanse na nagrodę, o ile tylko przedstawi jakąś oryginalną ideę. Temat jest dość złożony, więc prawdopodobnie dopiero wspólny wysiłek i połączenie kilku pomysłów dadzą ostateczne rozwiązanie. A może warto połączyć intelekt i siły kilku osób i nadesłać rozwiązanie zbiorowe?

Pomysłodawcą dzisiejszego zadania jest nasz młody Czytelnik **Radosław Kierner** z Koluszek.

Rozwiązanie zadania nr 1

Tematem zadania nr 1 było opracowanie systemu sterowania wentylatorem umieszczonym w palarni. Ilość rozwiązań, jakie napłynęły do Redakcji przeszła wszelkie wyobrażenia - pomysł chwycił!

W Szkole Konstruktorów ja, Wasz instruktor, będę się do Was zwracał po imieniu, bez względu na wiek, choć wygląda na to, że niektórzy z Was są ode mnie starsi.

Na początek garść refleksji. Nadesłaliście wiele bardzo ciekawych pomysłów i rozwiązań. Wprawdzie nie wszystkie można praktycznie zrealizować, ale liczy się ich oryginalność. Poza tym wszyscy musimy się uczyć przez całe życie. Szczegóły można zawsze dopracować, ale najważniejszy jest pomysł. Dlatego już na początku chcę pogratulować Wam ogromnej inwencji! Choć nie została przydzielona główna nagroda, jednak sumaryczna pula nagród jest dużo wyższa niż zapowiadane 100 zł, dzięki czemu uda się uhonorować kilka wyróżniających się rozwiązań i pomysłów.

Stertę listów z rozwiązaniami podzieliłem na kilka grup.

Najbardziej ucieszyły mnie listy zawierające analizę problemu oraz prezentację i ocenę kilku różnych rozwiązań. Analizę taką przeprowadzili (kolejność alfabetyczna): **Tomasz Chmura** z Wrocławia, **Maciej Ciechowski** z Gdyni, **Mirosław Drzewosz** z Tomaszowa Lubelskiego, **Jan Piegza** z Siemianowic Śl. i **Marcin Tomasik** z Raszyna. Zacytuję fragmenty najobszerniejszej analizy dokonanej przez **Mirosława Drzewosza**:

(...) Po głębszych przemyśleniach ustaliłem następujące kierunki poszukiwania rozwiązań:
I. Likwidacja przyczyny powodującej powstanie problemu
A. Metody zdroworozsądkowe: mówienie, pisanie i wyświetlanie filmów o szkodliwości palenia tytoniu
B. Metody nakazowe:
1. Wydanie odpowiednich aktów prawnych
2. Wyszkolenie specjalnego personelu do chwytania i osądzania (...)
3. Zainstalowanie całego systemu ostrzegawczego

II. Likwidacja skutków
A. Metody nieenergetyczne:
1. Lokalizacja pomieszczeń dla palaczy poza budynkami.
2. Zapewnienie naturalnej wentylacji.
B. Metody energetyczne:
1,2. Związane z faktem stwierdzenia dymu
- *czujniki dymu*
- *czujniki przejrzystości powietrza*
- *czujniki temperatury powietrza*
- *czujniki ruchu powietrza*
- *czujniki podczerwieni (źródła ciepła)*

3. Metody związane z osobą palącą wykorzystujące różne czynniki:
- *poruszenie kotary*
- *zmiana oświetlenia w pomieszczeniu*
- *ruch powietrza*
- *przecięcie bariery optycznej*
- *nacisk na podłoże*
- *zmiana natężenia dźwięku*
- *włączenie oświetlenia*
- *przemieszczenie osób wewnątrz pomieszczenia - detektor ruchu*
- *zmiana temperatury w pomieszczeniu*

Do metod wymienionyhch w punkcie B1,2 proponuję zastosować "Detektor dymu" (Elektronika Praktyczna (EP) 2/93 str. 38), wykazać się odrobiną pomysłowości i lekko przerobić "Detektor świtu" (EP 4/93 str. 41), "Wyłącznik okapu" (EP 9/93 str. 13), "Czujkę podczerwieni" (EP 5/93 str. 49). Do metod z punktu B3 wystarczający może się okazać zwykły wyłącznik przymocowany do kotary oraz wyłącznik krańcowy (...), trzeba zainstalować barierę optyczną, może być także licznik (liczący osoby wchodzące i wychodzące) lub detektor ruchu oferowany przez AVT jako alarm samochodowy. (...) Trzeba równolegle z oświetleniem włączyć wentylator. Dodatkowe modyfikacje tego pomysłu:

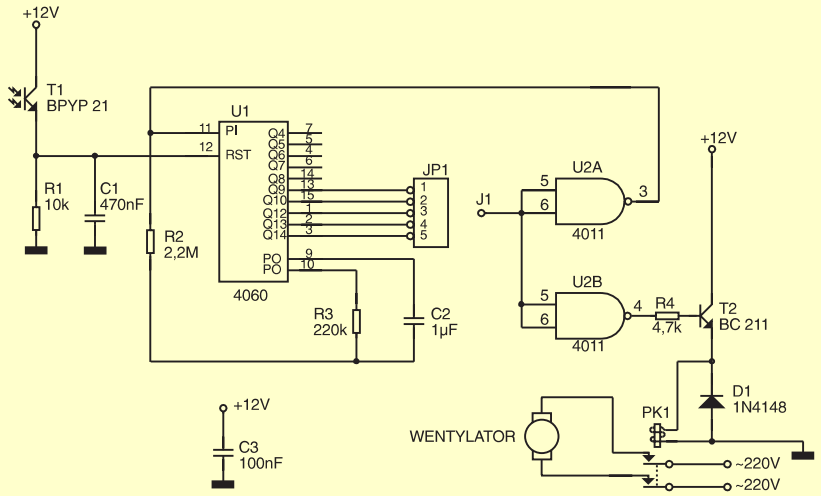
a) należy zamontować wyłącznik główny odcinający napięcie od pomieszczeń (np. u woźnego).
b) proponuję zrobić gustowną reklamę z czerwonej pleksi podświetlaną neonówkami włączaną wraz z oświetleniem i wentylatorem.
c) do przedłużenia pracy wentylatora można zastosować:
- *minutnik EP 3/93 str. 43*
- *timer - Re 4/89 str. 29*
- *wyłącznik czasowy (radziecki) - bazar*

Osobiście najbardziej popieram pomysł z wentylatorem włączanym równolegle z oświetleniem i wyłącznikiem głównym u woźnego.

W liście przedstawiony był także system oceny poszczególnych wariantów. Szczerze mówiąc, Mirosław podał niemal wszystkie pomysły, jakie przewinęły się w nadesłanych rozwiązaniach. Pomimo, że nie przysłał żadnego konkretnego schematu ideowego jest jednym z nagrodzonych.

Rzeczywiście popierany przez niego pomysł sterowania wentylatora wyłącznikem oświetlenia jest najbliższy ideału. Oczywiście pod warunkiem zastosowania układu czasowego zapewniającego pracę także po wyłączeniu światła.

Kilku kolegów zaproponowało najprostsze równolegle dołączenie wentylatora do obwodu oświetlenia, ale brak układu czasowego



Rys. 1. Propozycja Roberta Szymaszka.

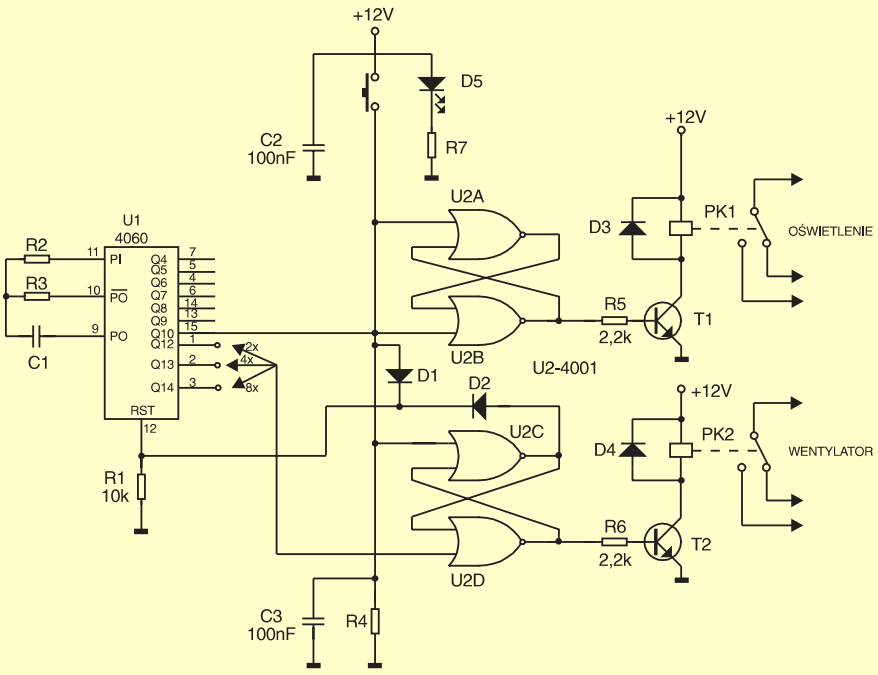
wyklucza praktyczną przydatność rozwiązań. Po pierwsze wentylator nie zdąży usunąć dymu w czasie pobytu palaczy i musi jeszcze pracować jakiś czas po ich wyjściu z palarni. A po drugie, w praktyce okazuje się, iż nie zawsze ostatni wychodzący gasi światło, więc wentylator i oświetlenie pozostawałyby niekiedy włączone na całą noc (ponieważ problem dotyczy palarni w budynku Redakcji, wiemy jak to jest naprawdę).

Dlatego optymalne byłoby zastosowanie układu czasowego sterowanego pojedynczym przyciskiem, który włączałby zarówno oświetlenie, jak i wentylator. W wersji prostej wyłączenie oświetlenia i wentylacji odbywałoby się jednocześnie, w wersji lepszej światło gasłoby wcześniej, np. po 5 minutach, a wentylator pracowałby jeszcze przez czas potrzebny do wywietrzenia pomieszczenia. Potrzebne są do tego najwyżej dwa tanie układy czasowe. Niestety nikt nie zaproponował budowy takiego prostego urządzenia. Jednakże oprócz Mirosława podobne wartościowe pomysły przedstawiło kilku kolegów.

Na przykład **Robert Szymaszek** z Bielska-Białej napisał:

Mój projekt opiera się na założeniu, że palacze wchodząc do palarni zapalają światło, bo zostało powiedziane, że tam nie ma okien. A na pewno nie palą po ciemku. Ponieważ nie ma tam drzwi, odpada pomysł zastosowania wyłącznika krańcowego, odpada również zastosowanie czujnika gazu, ponieważ układ skomplikowałby się znacznie i niewielu mogłoby pozwolić sobie na taki wydatek. W moim układzie włączenie światła powoduje uruchomienie wentylatora oraz, po zgaszeniu światła, po upływie określonego czasu, wyłączenie tego wentylatora. (**rys. 1**)

Idea jest dobra, ale układ (i opis) zawierają pewien błąd. Pokazane na rysunku 1 dołączenie wyjścia bramki U2A do wejścia PI



Rys. 2. Modyfikacja układu z rysunku 1.

uniemożliwi pracę kostki U1, a poza tym błędnie założyłeś, że po zresetowaniu na wyjściach kostki U1 występują same jedynki - jest odwrotnie. Ale pomysł jest znakomity - po drobnej modyfikacji (**rys. 2**) udałoby się zrealizować wszystkie podane postulaty.

W zmodyfikowanym układzie (rys. 2), po naciśnięciu przycisku oba przerzutniki zbudowane z bramek NOR zostaną ustawione i oba przekaźniki zadziałają. Po zwolnieniu przycisku, na wejściu zerującym kostki U1 (reset) pojawi się stan niski i zacznie pracować oscylator. Po pewnym czasie na wyjściu Q10 pojawi się stan wysoki, który zresetuje (wyzeruje) przerzutnik z bramkami U2A, U2B wyłączając tym samym przekaźnik PK1, a więc światło w pomieszczeniu. Po czasie 2, 4 lub 8-krotnie dłuższym, stan wysoki pojawi się też na wejściu zerującym przerzutnika zbudowanego z bramek U2C i U2D, a tym samym zostanie wyłączony przekaźnik PK2 i wentylator. Jeśli światło zgaśnie w czasie, gdy w palarni jeszcze ktoś będzie, wystarczy nacisnąć przycisk (który z tego powodu powinien być podświetlany - stąd dioda LED).

Także kilku innych kolegów zaproponowało rozwiązania wykorzystujące włączenie światła w pomieszczeniu, ale ich rozwiązania oparte były na tranzystorach, dlatego omówiłem rozwiązanie Roberta zrealizowane w sposób znacznie nowocześniejszy, z użyciem energooszczędnych układów cyfrowych CMOS. Robert również otrzymuje nagrodę.

Tomasz Chmura z Wrocławia pisze:

Przystępując do rozwiązania zadania nr 1 kierowałem się tym, że rozwiązanie powinno być proste, pewnie działające i tanie, gdyż czasopismo, w którym został ogłoszony konkurs jest przeznaczone dla wszystkich, a więc również dla początkujących elektroników-hobbystów.

Po chwili namysłu i rozważeniu warunków zadania wpadłem na bardzo prosty sposób rozwiązania przedstawionego problemu wykorzystując gotowe urządzenie powszechnie dostępne w handlu, oferowane nawet na łamach Waszego pisma. Chodzi mi o wykorzystanie czujki wykonawczej podczerwieni pasywnej (np. typu PIR LIS 180). Biorąc pod uwagę łatwość zakupu czujki zrezygnowałem z ingerencji w jej schemat wewnętrzny skupiając się na schemacie podłączenia wentylatora do układu czujki potraktowanej jako "czarna skrzynka". Samo rozwiązanie jest tanie (koszt czujki 25 - 70zł), a całość można zmontować w ciągu 15 minut za pomocą śrubokręta, nie używając nawet lutownicy.

Tomasz zauważa, że wystarczy zastosować czujnik mający regulację czasu podtrzymywania po pobudzeniu w granicach 1...20 sekund. Niestety, czas potrzebny na usunięcie dymu z pomieszczenia o objętości rzędu 50m^3 na pewno będzie dłuższy niż 20s, dlatego konieczny jest albo układ czasowy, albo ingerencja w układ czujki. Niemniej jednak Tomasz słusznie zauważył, że podane przez niego rozwiązanie przy równoległym połączeniu oświetlenia i wentylatora może w pełni "zautomatyzować" obsługę palarni. Za rzeczowe podejście do sprawy również Tomasz otrzymuje nagrodę.

Marcin Tomasik z Raszyna przeprowadził ciekawą analizę rozwiązań, ale na koniec wyciągnął błędne wnioski i zdecydował się na fotoelektryczny czujnik dymu. Choć zaproponowane przez niego rozwiązanie nie ma żadnych szans realizacji, Marcin otrzymuje upominek za ciekawą analizę i pomysł wykorzystania światła spolaryzowanego.

Jan Piegza z Siemianowic Śl. proponuje użycie ultradźwiękowej czujki ruchu AVT-1077 opisanej w EP 8/95. Czujnik ultradźwiękowy wykrywa zaburzenie pola akustycznego wywołane ruchem osób. Jest to rozwiązanie równorzędne z użyciem czujki podczerwieni pasywnej, jednak nieco tańsze. Podobnie jak inni, Jan nie przewidział zastosowania niezbędnego układu czasowego, pomyślał jednak, że czujnik może jednocześnie włączać oświetlenie. Jego prosty projekt również zasługuje na wyróżnienie.

Podobną ideę zaproponował **Mariusz Bak** z Zabrza.

Natomiast **Karol Buczkowski** z Milanówka i **Daniel Zyner** z Jeleniej Góry proponują wykorzystanie detektora - licznika przesuwających się obiektów - opisanego w EdW 2/96. Karol preferuje zastosowanie w charakterze czujników mat naciskowych, Daniel - barier podczerwieni aktywnej. Oba sposoby są dość kosztowne i trudne w realizacji, ale mogą być skuteczne.

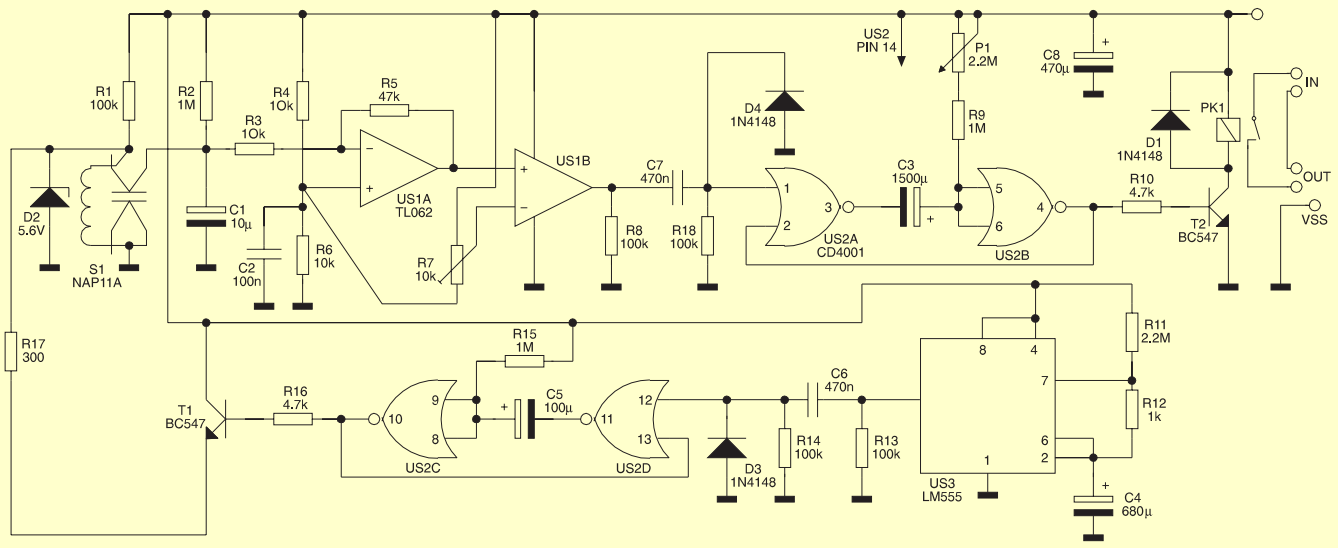
Karol otrzymuje od nas upominek jako najmłodszy uczestnik konkursu.

Pozostali uczestnicy proponują różne wersje detektora dymu. Wentylator byłby włączany po wykryciu odpowiedniego stężenia dymu.

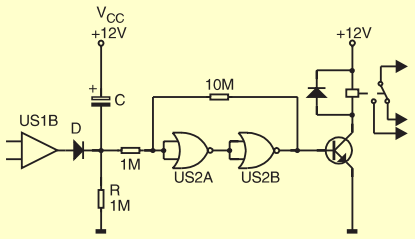
Ciekawe rozwiązanie zaproponowali **Wojciech Szczygielski** z Parczewa oraz **Marcin Walkowicz** z Ostrowca Świętokrzyskiego. Rozwiązanie Marcina jest modyfikacją układu AVT-154 zamieszczonego swego czasu w EP (zupełnie nie rozumiem dlaczego we wzmacniaczu proponujesz użycie kostki NE5532).

A oto fragmenty listu Wojciecha Szczygielskiego:

*Opisany układ (**rys. 3**) po wykryciu progowego stężenia dymu włącza wentylator na określony czas, po którego upływie automatycznie go wyłącza. Układ składa się z czujnika NAP-11A (opisany w EP 10/95), którego rezystancja maleje wraz ze wzrostem stężenia dymu w powietrzu. Element detekcyjny wymaga co jakiś czas czyszczenia gorącym powietrzem wytwarzanym za pomocą spirali grzewczej znajdującej się w jego obudowie. Tak więc po wykryciu dymu spadek rezystancji powoduje spadek napięcia podanego na odwracające wejście US1A. W konsekwencji wzrost napięcia na wejściu komparatora spowoduje dzięki sprzężeniu zmiennoprądowemu, w skład którego wchodzą R8, C7, R18, pojawienie się krótkiego impulsu na wejściu przerzutnika monostabilnego zbudowanego z bramek NOR US2A, US2B, dzięki niemu przerzutnik zostanie wyzwolony na czas określony rezystancją P1 i poprzez tranzystor T2 zostanie uruchomiony przekaźnik włączający wentylator. Sensor S1 wymaga okresowego czyszczenia, w związku z czym w układzie zastosowano prosty timer składający się z układu US3, który co ok. 30min. wytwarza impuls, który przez*



Rys. 3. Propozycja Wojciecha Szczygielskiego.



Rys. 4. Modyfikacja układu z rysunku 3

sprzężenie zmiennoprądowe wyzwala na ok. 1min przerzutnik monostabilny, który steruje tranzystorem T1 włączając za jego pośrednictwem spiralę grzejnika. Dioda Zenera D2 utrzymuje wymagane przez grzejnik napięcie ok 5,5V. W czasie normalnej pracy na grzałce utrzymywane jest niewielkie napięcie za pomocą R1, dzięki czemu powietrze szybciej przepływa przez sensor. (...) Ponieważ zastosowano zasilanie pojedynczym napięciem, niezbędne okazały się rezystory R4 i R6, które polaryzują wejście nieodwracające US1A połową napięcia zasilającego.

Układ zaproponowany przez Wojciecha zawiera kilka błędów, co zresztą wskazuje na samodzielne opracowanie. Za tę samodzielność Wojciech otrzymuje nagrodę. Przy realizacji układu należałoby jednak zmienić obwody grzejnika, bowiem z tego co wiem, wymagany prąd grzejnika wynosi 170mA i zastosowanie rezystora R17 o wartości 300W i diody D2 nie rokuje szans powodzenia. Ponadto korzystniejsze byłoby wyeliminowanie sprzężenia zmiennoprądowego przez C7 i zastosowanie zamiast przerzutnika monostabilnego z bramkami US2A, US2B układu pokazanego na **rysunku 4**. Zapewni to ciągłą pracę przez cały czas występowania dymu. A dzięki obecności RC także podczas fazy czyszczenia czujnika.

Ciekawy, choć nierealny w praktyce sposób sterowania wentylatorem proponuje **Tomasz Kos** z Rudy Śląskiej. Według niego układ czujnika mógłby reagować na charakterystyczny dźwięk zapalanej zapalniczki lub zapałek. Tomek proponuje wykorzystanie kitu AVT-1078, nie zapomina też o układzie czasowym. Za tę ideę oraz za pomysł z barierą podczerwieni otrzymuje upominek.

Upominek otrzymuje także 14-letni **Michał Rokitański** z Buska Zdroju za pomysł wykorzystania termistora umieszczonego przy popielniczce.

Jarosław Górnicki z Opola proponuje wykorzystanie fabrycznego czujnika dymu z instalacji ppoż.

Z kolei **Tomasz Frydek** z Opola otrzyma upominek za ideę wykorzystania zmiany przewodnictwa ciepła w powietrzu zawierającym zwiększoną ilość dwutlenku węgla. Układ Tomka jest niedopracowany, jego wadą jest brak izolacji galwanicznej od sieci energetycznej, ponadto układ taki musiałby być bardzo czuły, żeby włączyć wentylator, zanim obecni w pomieszczeniu uduszą się z braku tlenu. Natomiast świetnym pomysłem jest zastosowanie układu mostkowego i porównywanie rezystancji dwóch jednakowych gałęzi, z których jedna wystawiona jest na działanie dymu.

Wszystkie pozostałe rozwiązania dotyczą zastosowania fotoelektrycznego detektora dymu wykorzystującego źródło światła i fotoelement. Według autorów pojawienie się dymu osłabi strumień świetlny, co w konsekwencji spowoduje reakcję układu. Ale jeden z Czytelników, **Artur Moszczyński** z Wadowic, ma inną ciekawą propozycję - wykorzystanie odbicia światła od białego dymu papierosowego.

Układy fotoelektrycznego czujnika dymu omawiam na końcu, bowiem są one trudne do zrobienia i wyregulowania, a ponadto nie zapewniają niezawodnej reakcji układu.

Kilkudziesięciu Czytelników przysłało przerysowany z jakiejś książki lub czasopisma schemat ideowy prostego czujnika dymu wykorzystujący diodę LED (lub żarówkę) i fotorezystor. Niektórzy twierdzili, że układ pracuje niezawodnie. Jeden kolega z Poznania przysłał nawet model wykonany według takiego "klasycznego", ale niezbyt funkcjonalnego schematu. Schemat (z drobnymi różnicami) wyglądał mniej więcej tak, jak na **rysunku 5**.

Kochani, nie przysyłajcie jako własnych opracowań takich "zerżniętych" schematów. Jeśli korzystacie z cudzego schematu, napiszcie to! Nie oszukujcie siebie i nas! Takie uczciwe przedstawienie sprawy nie pozbawia Was szans na nagrodę! Nie oczekuję od Was genialnych pomysłów dopieszczonych w każdym szczególe - zauważcie, że nagrody otrzymują ci, którzy korzystali z literatury, oraz ci, którzy popełnili błędy. Z drugiej strony, celowo pominąłem w miarę poprawne rozwiązania, których autorzy nie przyznali się do korzystania z literatury.

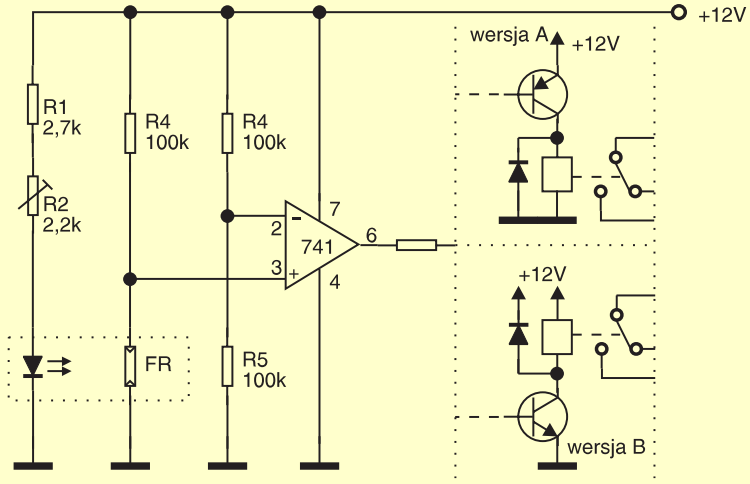
Nie myślcie, że jeśli otrzymam czterdzieści niemal identycznych, różniących się drobnymi szczegółami rozwiązań, to uwierzę, że każdy opracował to samodzielnie. Tym razem nie podam nazwisk "konstruktorów", którzy przysłali takie przerysowane schematy, ale na przyszłość piszcie skąd wzięliście ideę i co zmieniliście w oryginalnym schemacie.

Natomiast jeśli ja opisując rozwiązania nie zauważę, a Wy wytropicie, że jakiś schemat jest bezczelnie "zerżnięty", to napiszcie o tym - będziemy wspólnie walczyć z nieuczciwością.

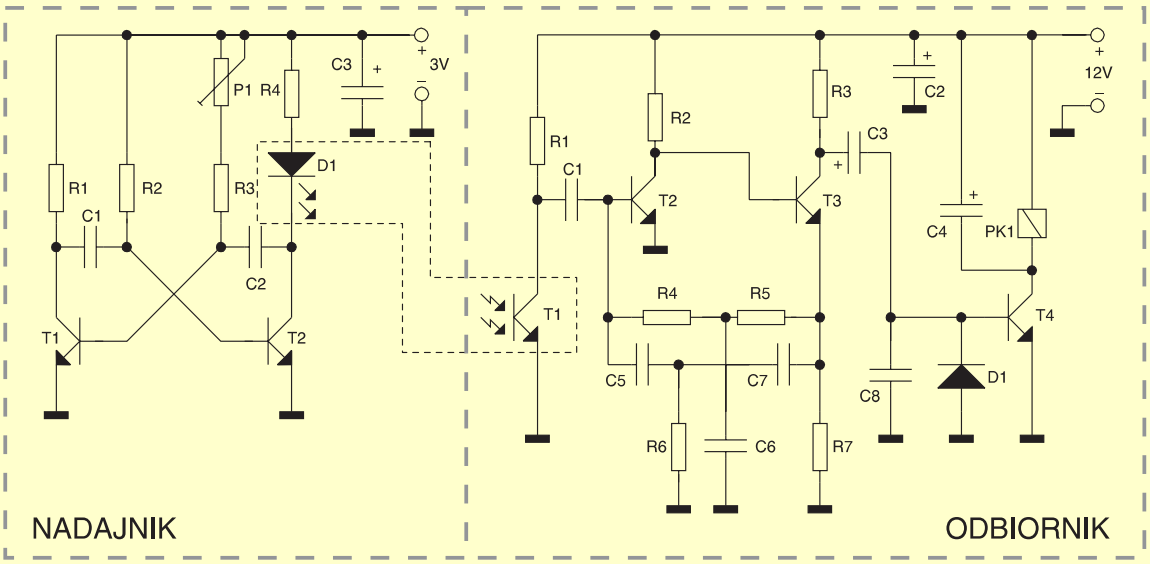
A teraz pora poznęcać się nad rozwiązaniem z rys. 5. Sama idea jest ciekawa, na papierze wszystko wygląda dobrze, ale trzeba mieć świadomość, że układ musiałby zareagować na bardzo niewielką zmianę oświetlenia, co w praktyce jest bardzo trudne do zrealizowania. "Autorzy" rozwiązania niemal jednogłośnie proponują umieszczenie elementów na dwóch końcach rurki o długości kilku centymetrów, choć niektórzy proponują odległość rzędu metra, a inni twierdzą, że optymalna odległość LED - fotoelement wynosi kilka metrów. Jak by nie było, diodę świecącą i fotoelement należy skutecznie odizolować od światła zewnętrznego, żeby zmiany oświetlenia rzędu 20%, wynikające choćby ze zmian napięcia sieci, nie wpływały na działanie urządzenia. Ale jednocześnie należy zapewnić dobry dostęp dymu, czyli w proponowanej rurce muszą być liczne otwory. Przecież z upływem czasu we wnętrzu rurki, a więc i na fotoelemencie będzie osiadał dym i kurz. Zmniejszy to znacznie czułość fotoelementu. Żeby układ działał poprawnie należałoby więc ustawić próg przełączania z pewnym zapasem, co jednak doprowadziłoby do sytuacji, że wentylator włączy się dopiero, gdy stężenie dymu będzie ogromne. W warunkach zadania nie było powiedziane, że w sporej palarni o powierzchni ponad 20m^2 jednocześnie palić będzie kompania żołnierzy. Tymczasem jeden palacz (a nawet kilku) nie ma szans uruchomić takiego urządzenia, no chyba, że będzie dmuchał wprost na czujnik.

Jak więc skutecznie wyeliminować wpływ oświetlenia zewnętrznego? I czy uda się zapewnić stabilny strumień świetlny? Żaden z zaproponowanych sposobów tego nie gwarantuje.

Po drugie układ scalony - wzmacniacz operacyjny - pracuje jako najprostszy komparator i nie zawiera żadnych elementów wprowadzających histerezę. Nawet jeśli układ ustawiany był na progu działania, napływający pasmami dym powodowałby chwilowe działanie i zwalnianie przekaźnika. Tego nie wytrzyma ani przekaźnik, ani silnik wentylatora, nie mówiąc już o palaczach. Wzmacniacz powinien więc być wyposażony w obwód histerezy o regulowanej wielkości. Bez



Rys. 5. Schemat prawdopodobnie "ściągnięty" z... (?)



Rys. 6. Propozycja Jarosława Górnickiego

histerezy i układu czasowego proponowane urządzenie nie może poprawnie działać.

Pierwotny układ został zaprojektowany przez beznadziejnego teoretyka, co niezbicie udowadnia zastosowanie potencjometru w obwodzie diody LED - każdy praktyk wyrzuci natychmiast potencjometr z obwodu diody świecącej i umieści w obwodzie wejściowym układu scalonego, najprawdopodobniej zamiast rezystora R3 w szereg z fotoelementem. Muszę tu jednak wspomnieć, że wśród licznych rozwiązań wykorzystujących podaną zasadę, znalazło się też kilka opracowań samodzielnych i w żadnym z nich nie pojawił się potencjometr w obwodzie diody LED, a jedynie w obwodzie fotoelementu.

Fakt, że tak mocno "przyczepiłem się" do wad przedstawionego układu nie oznacza, że idea jest błędna. Wprost przeciwnie - chcę tylko pokazać, że nie warto bezmyślnie kopiować bezużytecznych rozwiązań.

Natomiast idea fotoelektryczna jest słuszna. Dlatego upominki otrzymują **Daniel Frużyński** z Łężan, jedyny który wprost zaproponował użycie wzmacniacza różnicowego i komparatora z histerezą, oraz **Krzysztof Poradowski** z Bobrowa, który jako jedyny zauważył problem osadzania się sadzy i dymu na fotoelemencie. Krzysztof zaproponował ponadto ciekawą ideę czujnika dymu polegającą na zastosowaniu kondensatora powietrznego naładowanego do napięcia kilkuset woltów. Pojawienie się dymu między okładkami takiego kondensatora miałoby ułatwiać jonizację i powodować przepływ niewielkiego prądu. Przypuszczam, że efekt jonizacji byłby zbyt mały, ale pomysł jest godny odnotowania.

Ponadto nagrodę otrzymuje wymieniony już **Jarosław Górnicki** z Opola. Oto fragmenty jego listu:

Układ z ***rysunku 6*** *pracuje w zakresie promieniowania podczerwonego.*

Aby uniezależnić działanie układu od wartości i zmian oświetlenia zewnętrznego oraz promieniowania podczerwonego pochodzącego z innych źródeł, zastosowano modulację wiązki promieniowania podczerwonego. Jak źródło promieniowania zastosowano diodę D1 zasilaną impulsowo z częstotliwością 2,5kHz przez multiwibrator, w którym pracują tranzystory T1 i T2. Rezystor R4 służy do regulacji intensywności świecenia diody. Elementem światłoczułym odbiornika jest fototranzystor T1, wstępnie wzmacniający sygnał. Napięcie zmienne z kolektora T1 przez kondensator C1 steruje dwustopniowym wzmacniaczem z tranzystorami T2 i T3. Wzmacniacz jest objęty ujemnym sprzężeniem zwrotnym. Obwód sprzężenia tworzy filtr typu "podwójne T".

Przesłonięcie drogi wiązki promieniowania spowoduje zwolnienie przekaźnika i zmianę stanu jego styków.

Oczywiście z podanych wcześniej względów układ Jarka w przedstawionej postaci nie będzie poprawnie pracować, jednak zasada impulsowej modulacji natężenia wiązki jest znakomita i po przerobieniu układu rokuje szanse powodzenia.

Koledzy **Jan Maciążek** z Nałęczowa, **Łukasz Wójcicki** z Radomia i **Artur Szuliński** z Płońska przysłali schematy prostych układów fotoelektrycznych, które co prawda nie mają szans działać, ale w swych rozwiązaniach nie zapomnieli o układach czasowych (opóźniających wyłączenie), zrealizowanych z użyciem liczników cyfrowych.

Na koniec wspomnę jeszcze kilku Kolegów, którzy proponując nie gwarantujące sukcesu opisane wyżej pomysły, wyróżnili się jakimiś ciekawymi szczegółami własnego pomysłu: **Tomasz Bugno** oraz **Mirosław Wojtuszewski** z Miłocina, **Rafał Karbownik** z Bełchatowa, **Radosław Kierner** z Koluszek, **Łukasz Kowalski** z Kielc, **Krzysztof Kudłacik** z Bielska-Białej, **Hubert Kujawski** z Kurzętnika, **Paweł Rohde** z Poznania, **Maciej Sochaczewski** z Chełmców, **Piotr Suszko** z Lęborka, **Tomasz Śliwiak** z Wrocławia, **Michał Zajączkowski** z Wrocławia.

Kto chciałby zobaczyć, jak rozwiązano sprawę fotoelektrycznego czujnika dymu, może zajrzeć do EP 2/93 str. 38, gdzie przedstawiono starannie opracowane rozwiązanie francuskie. Zastosowano tam właśnie sygnał impulsowy, a do tego dwa jednakowe fotoelementy odbiorcze. Działanie układu wywołuje tam nie sama zmiana natężenia promieniowania, ale różnica między sygnałami pochodzącymi z obu fotoelementów. Dopiero takie rozwiązanie pozwala uniezależnić się od wahań oświetlenia zewnętrznego i wpływu kurzu.

W końcowych refleksjach chciałbym zwrócić uwagę, jak wiele różnorodnych czynników należało uwzględnić w tym, wydawałoby się, prostym temacie. Oczywiście, nie sposób uniknąć błędów - w praktyce zawsze do ostatecznego rozwiązania dochodzi się po kilku (nieudanych) próbach. Dlatego wszystkim, którzy przedstawili własne, oryginalne rozwiązania, niezależnie od zaprezentowanego poziomu technicznego, należą się ogromne gratulacje!

Co prawda nagroda główna nie została przyznana, ale skromniejsze nagrody otrzymują koledzy (w kolejności alfabetycznej):

Tomasz Chmura,
Mirosław Drzewosz,
Jarosław Górnicki,
Wojciech Szczygielski,
Robert Szymaszek.

Natomiast upominki ufundowane przez Redaktora Naczelnego otrzymują:

Karol Buczkowski,
Maciej Ciechowski,
Daniel Frużyński,
Tomasz Frydek,
Tomasz Kos,
Jan Piegza,
Krzysztof Poradowski,
Michał Rokitański,
Marcin Tomasik.

Pozostałym uczestnikom dziękuję za listy i życzę sukcesów w następnych zadaniach konstrukcyjnych.

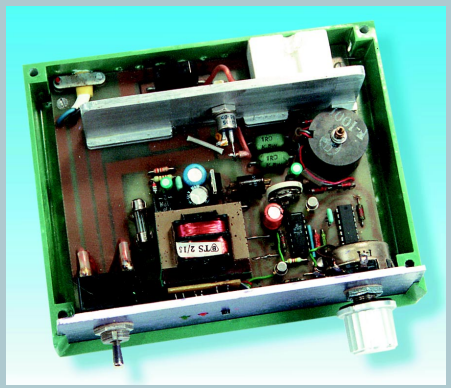
Wasz instruktor
Piotr Górecki

FORUM CZYTELNIKÓW

Forum Czytelników ma służyć celom edukacyjnym, wymianie doświadczeń i pomysłów.
Zasady są następujące:
- publikujemy wyłącznie projekty opracowane samodzielnie i nigdzie dotychczas nie publikowane (należy dołączyć stosowne oświadczenie z własnoręcznym podpisem);
- oprócz tekstu i rysunków, prosimy przysłać działający model lub jego fotografie (model odeślemy);
- publikacja projektu nie oznacza jego pozytywnej oceny przez redakcję EdW, lecz stanowi punkt wyjścia do publicznej dyskusji nad proponowanym rozwiązaniem. Etap dyskusji nazywany "Dogrywką", trwa dwa miesiące. W tym czasie oczekujemy nie tylko listów z uwagami krytycznymi, ale przede wszystkim propozycji innych, lepszych rozwiązań (tym razem wystarczy schemat z opisem działania układu);
- nagroda za opublikowany projekt wynosi 100 zł (brutto) za stronę artykułu w EdW. Nagroda nie zostanie przyznana, jeśli "Dogrywka" wykaże, iż projekt stanowi plagiat. Jeśli w "Dogrywce" zostaną zaproponowane lepsze rozwiązania, wówczas część nagrody (w proporcji uznanej przez redakcję EdW) zostanie przyznana autorom lepszych rozwiązań.
Prosimy też o załączenie do projektu fotografii paszportowej i kilku zdań życiorysu.
Prosimy nie przysyłać opisów urządzeń, które powstały tylko na papierze, a nie zostały zrealizowane w praktyce. Znamy się trochę na elektronice i wiemy, że większość takich układów nie będzie działać. Stąd nasza prośba o model lub przynajmniej fotografię modelu.
Dziś prezentujemy projekt Andrzeja Adamczyka z Ostrowca Świętokrzyskiego.

Tyrystorowy regulator napięcia

Nazywam się Andrzej Adamczyk, mieszkam w Ostrowcu Świętokrzyskim. Mam 33 lata. Z wykształcenia jestem technikiem elektrykiem. Moja przygoda z elektroniką zaczęła się jeszcze w szkole podstawowej. Od tego czasu jest to moja pasja. Przez te wszystkie lata starałem się czytać dużo książek i czasopism z dziedziny elektroniki. Wykonywałem też wiele układów elektronicznych w oparciu o gotowe schematy. Od pewnego czasu próbuję własnych sił w projektowaniu układów elektronicznych. Oto jeden z moich projektów.



Opis działania

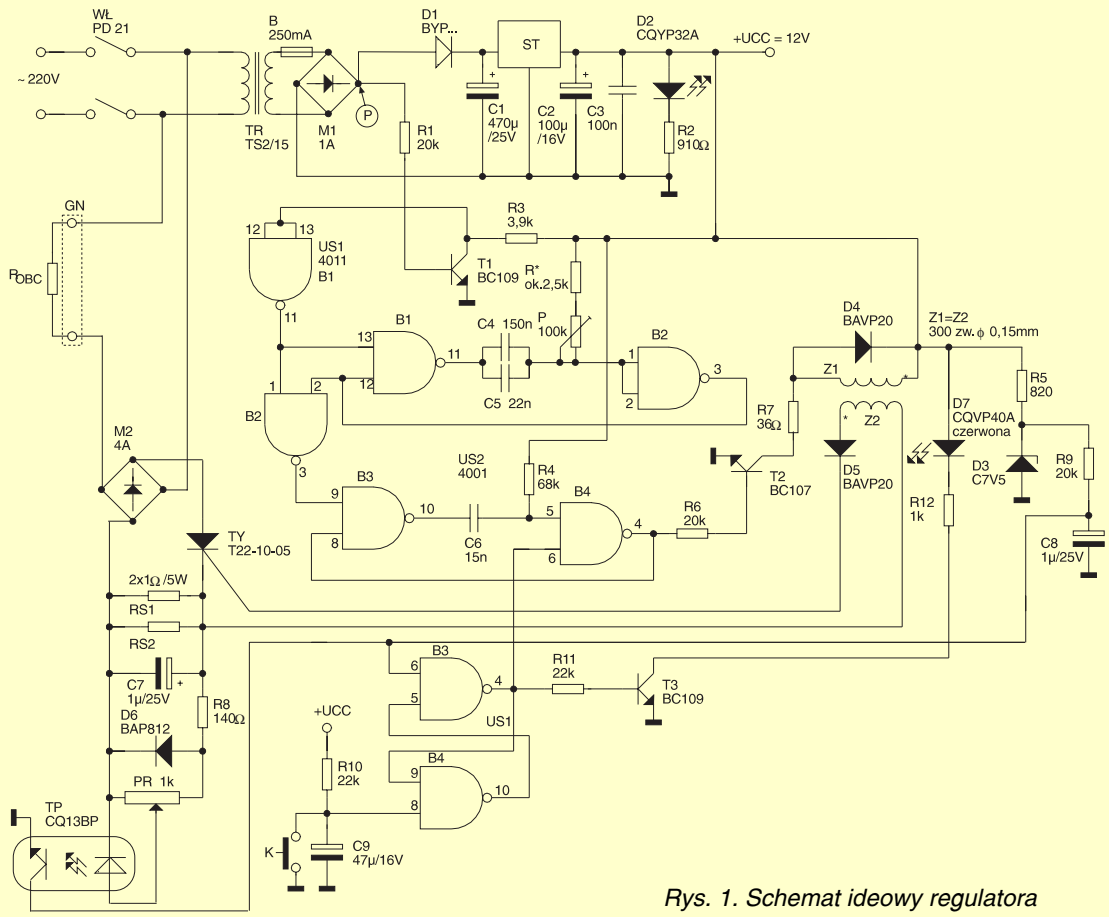
Schemat ideowy regulatora jest przedstawiony na **rys. 1**.

Aby włączyć tyrystor, potrzebny jest impuls na bramkę. Jest wiele układów wytwarzających impulsy i regulujących kąt zapłonu. Najczęściej odbywa się to przez wytworzenie napięcia piłokształtnego, synchronicznego z napięciem sieci, a następnie, przeważnie na wzmacniaczu operacyjnym, porównuje się ten przebieg ze stałym regulowanym napięciem. Na wyjściu wzmacniacza otrzymujemy impulsy o zmieniającym się kącie zapłonu.

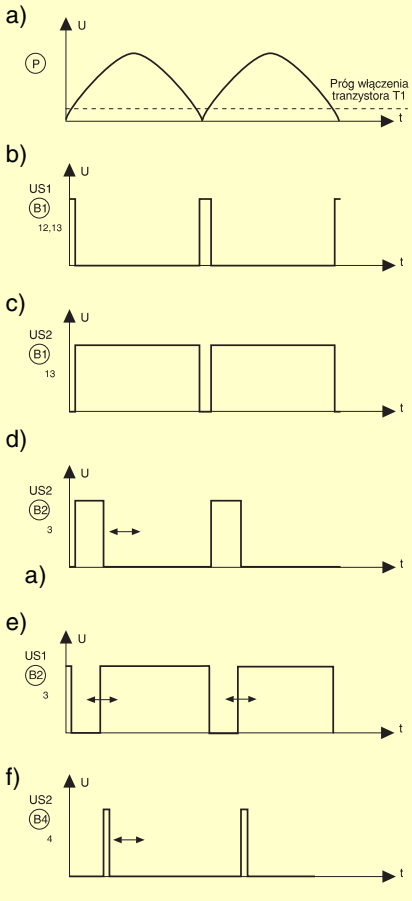
Chciałbym zaproponować inny, jak sądzę prostszy układ zapłonu i regulacji kąta zapłonu tyrystora.

Dioda D1 separuje przebieg z prostownika M1 od przebiegu wyfiltrowanego na C1. Napięcie takie jak na rys. 2a jest podawane na układ dopasowujący R1

Zastosowanie
- regulacja oświetlenia dodatkowych źródeł światła w pomieszczeniach;
- regulacja mocy grzejników elektrycznych oraz innych urządzeń, np. lutownicy;
- regulacja prędkości obrotowej wiertarki, którą w warunkach amatorskich można zastosować do nawijania cewek.



Rys. 1. Schemat ideowy regulatora



Rys. 2.

T1 R3. Na wejściu bramki US1 B1 12, 13 otrzymujemy przebieg jak na rys. 2b. Bramka ta odwraca go i otrzymujemy impulsy synchroniczne z siecią o szerokości ok. 10ms, wyzwalające generator monostabilny US2 B1 i B2. Na wyjściu tego generatora otrzymujemy impulsy o regulowanej szerokości zależnej od R* P C4 C5. Stała czasowa tego impulsu jest tak dobrana, aby maksymalna szerokość nie byla dłuższa niż impuls wyzwalający, czyli ok. 10ms.

Następnie przebieg wyzwalający (rys. 2c) i przebieg z generatora US2 B1, B2 jest bramkowany przez US1 B2. Na wyjściu tej bramki otrzymamy przebieg z rys. 2e o zmiennej szerokości regulowanej potencjometrem P. Ten przebieg wyzwala drugi generator monostabilny, US2 B3, B4. Tu powstaje krótki impuls wyznaczony przez R4C6, który wyzwala tyrystor. Impuls ten będzie się poruszał tylko w przedziale czasowym jaki wyznaczy "okno" przebiegu z rys. 2c. Na obciążeniu R_{obc} *otrzymamy regulowane zmienne napięcie.*

Układ zapłonu tyrystora TY zbudowany jest z tranzystora T2, który poprzez rezystor R7 steruje uzwojenie pierwotne TZ. Transformator o przełożeniu 1:1 w tym układzie ma odseparować obwód tyrystora wysokonapięciowy od układów elektronicznych.

W czasie użytkowania regulatora mogą zdarzyć się przeciążenia lub zwarcia w odbiorniku R_{obc}. Stany te przeważnie doprowadzają do uszkodzenia tyrystora TY i mostka M2.

Regulator jest zaopatrzony w bezpiecznik elektroniczny. Pomiar prądu jaki przepływa przez elementy M2, TY odbywa się poprzez spadek napięcia na dwóch równolegle połączonych rezystorach RS1, RS2, w regulatorze tym mostek M2 jest 4-amperowy a tyrystor TY - 10A, a więc prąd maksymalny i zarazem wyłączeniowy równa się 4A.

Na rezystorach RS1, RS2 przy prądzie 4A, powstaje napięcie 2V. Kondensator C7 filtruje głównie impulsy zakłóceniowe.

Ogrniczenie napięcia R8 i D6 stabilizuje napięcie do poziomu ok. 2V, tym samym zabezpieczając diodę transoptora TP przed uszkodzeniem. Dioda ta powinna dostawać napięcie nie większe niż 3V.

Próg zadziałania transoptora ustala się potencjometrem montażowym PR. Zgodnie z danymi katalogowymi TP musi być zasilany napięciem poniżej 8V. Napięcia tego dostarcza nam stabilizator R5, D3.

Cd. na str. 31

W chwili, gdy przepłynie graniczna (4A) lub większa wartość prądu, powstanie 2V lub więcej na RS1, RS2, dioda TP oświetli złącze, kolektor, emiter i transoptor zacznie przewodzić. Na kolektorze TP pojawi się stan niski, który zmieni stan przerzutnika US1 B3, B4.

Na wejściu 6 B3 pojawi się stan niski, a na wyjściu 4 stan wysoki, który zablokuje B4 US2. Na wyjściu tej bramki pojawi się stan niski, który zablokuje impuls wyzwalający TY. Na odbiorniku napięcie zaniknie. Po usunięciu przyczyny zwarcia lub przeciążenia naciskamy przycisk K i zmieniamy stan na wyjściu B3 na niski. Dioda sygnalizuje zadziałanie bezpiecznika.

Aby wymusić początkowy stan zero na wyjściu B3, w chwili załączenia wyłącznika sieciowego WŁ, wejście 8 bramki B4 jest połączone z układem R10C9. Długa stała czasowa pokrywa stany nieustalone i zakłócenia, ustawiając zawsze w stan początkowy przerzutnik na zero.

Kondensator C8 filtruje wszelkie krótkie zakłócenia, jak również zapobiega zadziałaniu bezpiecznika w czasie szybkich regulacji potencjometrem P.

Andrzej Adamczyk

Od Redakcji: *W zamieszczonym dziś projekcie podobało nam się przejrzyste, jasne przedstawienie zagadnienia oraz starannie i pracochłonnie wykonany model. Część końcowa listu, którą niestety musieliśmy pominąć, zawiera kilka praktycznych szczegółów świadczących, że Autor naprawdę dotykał się do tego tematu.*

Choć do rozwiązania układowego można mieć pewne zastrzeżenia - można bowiem zaproponować znacznie prostszą realizację z triakiem i diakiem lub optotriakiem, spełniającą swe zadanie w większości zastosowań - jednak godne uwagi i pochwały jest zastosowanie rozbudowanego układu synchronizacji. Od takiego układu już tylko krok do sterowania urządzeniami trójfazowymi.

Regulator na pewno dobrze będzie pracował przy obciążeniu rezystancyjnym (żarówki, lutownica), ale jego przydatność do obciążeń indukcyjnych (transformator, lutownica transformatorowa, wiertarka, inne silniki) jest problematyczna, ze względu na krótkie impulsy wyzwalające, podawane na bramkę tyrystora. Przy obciążeniu indukcyjnym, przez krótki czas trwania impulsu wyzwalającego, prąd obciążenia może nie wzrosnąć powyżej granicznej wartości prądu podtrzymywania tyrystora I_H.

Układ przeciążeniowego bezpiecznika elektronicznego jest interesujący, trzeba jednak mieć świadomość, że jest on zbyt wolny, żeby zabezpieczyć układ w przypadku zwarcia - dlatego dobrze byłoby jeszcze zastosować szybki bezpiecznik WTAFG (z piaskiem).

Zgodnie z zapowiedzią ze wstępu, rozpoczynamy dwumiesięczny etap "Dogrywki". Listy na ten temat kierowane do Redakcji opatrzcie dopiskiem: "EdW - Forum Czytelników - Dogrywka".

System projektowania modułowego

część 6

W części 6 i 7 tego cyklu omówimy liczniki, układy czasowe i wyświetlacze. Moduły te nadają się szczególnie do zestawiania rozmaitych układów. Opisywane w ramach tej serii układy są projektowane do zasilania napięciem 12V. Wszystkie moduły części 6 i 7 mogą być w razie potrzeby zasilane z 9V.

***Moduł wejściowy:** układ odkłócania wyłączników.*

***Moduł procesorowy:** układ sprzęgu do wyświetlacza ciekłokrystalicznego, gotowy moduł licznika dziesiętnego kodowanego dwójkowo (BCD, binary coded decimal) z układem scalonym CMOS 4029.*

***Moduł wyjściowy:** dekoder-sterownik wyświetlacza ciekłokrystalicznego.*

Moduły wyświetlaczy

Do części 6 wybrano trudniejszy i droższy moduł wyświetlacza ciekłokrystalicznego, nie pobiera on bowiem prawie żadnej mocy, nadaje się więc szczególnie do układów zasilanych z baterii. Dlatego załączonym projektem przykładowym jest licznik zdarzeń, idealne uzupełnienie strzelnicy świetlnej, przykładowego projektu dołączonego do części 5.

Siedmiosegmentowy wyświetlacz elektroluminescencyjny (LED) jest tańszy i znacznie prostszy w użyciu, ale przy zasilaniu bateryjnym nie może pozostawać włączony na stałe. Więcej szczegółów o wyświetlaczach elektroluminescencyjnych znajdzie się w części 7.

Układy odkłócające

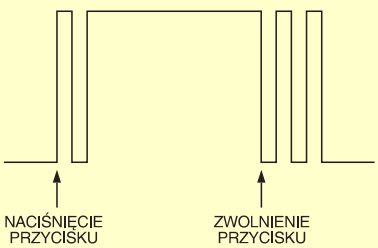
Odbijanie się styków może stwarzać poważne problemy w układach elektronicznych, zwłaszcza zliczających. Po naciśnięciu czy przekręceniu wyłącznika metalowe styki wykazują tendencję do drgań i nie stykają się od razu w sposób zdecydowany. Podobne zjawisko może zachodzić przy ich rozłączaniu.

Jeżeli przycisk jest połączony z licznikiem, ten ostatni reaguje na naciskanie przycisku i natychmiast rejestruje zliczenie, ale drgania odbijających się styków wywołują dodatkowe impulsy. Ilustruje to schematycznie **rys. 6.1**. W rezultacie, każde naciśnięcie przycisku wywołuje zliczenie kilku impulsów. W przypadku przedstawionym na rys. 6.1, licznik zarejestruje cztery zdarzenia zamiast jednego.

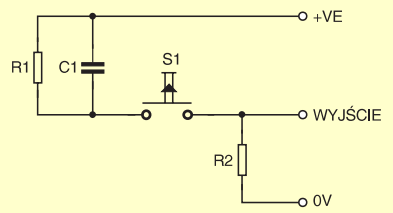
Niektóre wyłączniki są pod tym względem gorsze, niektóre lepsze, istnieją też typy wolne od tych zakłóceń, na przykład zawierające czujnik Halla (hallotron w formie układu scalonego).

Rozwiązania

Odbijanie się styków trwa na szczęście bardzo krótko w porównaniu z czasem pozostawania przycisku w stanie naciśniętym, więc problem rozwiązuje zastosowanie układu, który reaguje na pierwszy impuls styków ale ignoruje następne.



Rys. 6.1. Wielokrotne impulsy wywołane przez odbijające się styki.



Rys. 6.2. Prosty układ odkłócający. S1 jest przyciskiem zwiernym.

Oczywiście jeżeli czas reakcji układu odkłócającego będzie zbyt długi, to nie będzie można używać przycisku do sekwencji szybkich naciśnięć. Jeżeli zaś czas ten będzie za krótki, to może nie zdołać wyeliminować wszystkich odbić.

Najprostszy układ odkłócający jest pokazany na **rys. 6.2**. Gdy przycisk S1 jest rozwarty (nie naciśnięty), to dzięki rezystorowi R2 napięcie wyjściowe wynosi 0V. Rezystor R1 zapewnia jednakowość napięcia obu końcówek kondensatora C1, w tym wypadku +VE, co oznacza że jest on rozładowany.

Jeżeli rezystory R1 i R2 zostały dobrane sensownie, i jeżeli oporność R2 jest dziesięciokrotnie mniejsza od oporności R1, to po naciśnięciu S1 napięcie wyjściowe będzie co najwyżej równe jednej dziesiątej napięcia zasilania. Kondensator C1 nie będzie miał wpływu na to napięcie, a oporność wejściowa układu, do którego napięcie to jest doprowadzone, będzie miała wpływ niewielki.

W czasie gdy przycisk jest naciśnięty napięcie to jest równe napięciu zasilania, ponieważ jest to napięcie obu końcówek kondensatora. Oczywiście napięcie na C1 szybko wzrośnie (naładuje się on) przez rezystor R2. Innymi słowy napięcie na jego dolnej końcówce (według rys. 6.2) będzie się obniżało w kierunku 0V z szybkością wyznaczoną przez jego pojemność i przez oporność R2. Zatem następne odbicia styków nie będą mogły wywołać dalszych dodatnich impulsów na wyjściu.

Gdy przycisk zostanie zwolniony, C1 rozładuje się przez R1, a napięcie jego dolnej końcówki znów zrówna się z napięciem zasilania.

Wartości poszczególnych elementów są dość krytyczne, zależne od zastosowanego styku i ilości odbić, których wpływ musi zostać zneutralizowany. Gdy na przykład wyjście jest połączone z wejściem zegarowym licznika CMOS, i gdy R1 i R2 są jedynymi rezystorami połączonymi z tym wejściem, to można spróbować przyjąć 100nF dla kondensatora C1 i odpowiednio 100kW i 10kW dla rezystorów R1 i R2.

Szybkość działania

Trzeba pamiętać, że oporność R1 wyznacza minimalny czas pomiędzy kolejnymi naciśnięciami S1, a R2 czas trwania impulsu dodatniego. Pojemność kondensatora wpływa jednakowo na oba czasy. Ale nie można dopuścić, aby minimalne napięcie wyjściowe było zbyt wysokie, mogłoby bowiem przez współpracujący układ scalony nie zostać uznane za logiczne zero. (zob. część 1, przełączająca bramka logiczna).

Jest jeszcze jeden problem: napięcie na kondensatorze zmienia się powoli. Jak wyjaśniono w części 1 (przełączniki logiczne), wolno zmieniające się napięcia na wejściu logicznych układów scalonych mogą wywoływać w skrajnych wypadkach generację impulsów przejściowych. W rezultacie, nieodpowiednio zaprojektowany układ odkłócający może wywołać więcej szkód niż korzyści!

W przypadku układu z rys. 6.2 dla osiągnięcia najlepszych wyników może okazać się potrzebne dokonanie kilku prób. Można także próbować obliczyć optymalne czasy, ale najwięcej zależy od konkretnego przełącznika i jego podatności na odbijanie się styków.

Podsumowanie układu odkłócającego z rys. 6.2 jest następujące:

Zalety
- prostota
- taniość

Wady
- może trudności zmniejszyć, ale nie wyeliminować,
- na jego działanie może wpływać połączony z nim układ.

Udoskonalone odkłócanie

Układ z rys. 6.2 nadaje się do wielu zastosowań, a wiele układów liczących będzie z nim działać właściwie pomimo prymitywnie ukształtowanych impulsów. Jeżeli jednak jest potrzebny "czysty" pojedynczy impuls, to trzeba będzie użyć przerzutnika monostabilnego z bramek NOR CMOS, na przykład opisanego w części 2, rys. 2.8 lub rys. 2.9. Rozwiązanie takie przyjęto w przykładowym projekcie licznika zdarzeń.

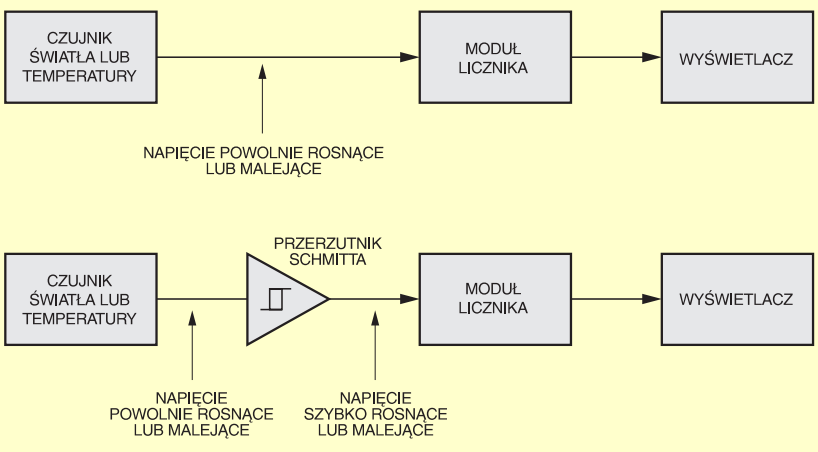
Czas pozostawania przerzutnika monostabilnego w stanie przerzutu trzeba wybrać w zależności od czasu występowania odbić i od wymaganej maksymalnej częstotliwości naciskania przycisku. Długi czas przerzutu przerzutnika (np. jedna sekunda) pozwoli na naciskanie przycisku co najwyżej raz na sekundę, a krótki (np. 10ms) 100 razy na sekundę. Liczba ta może wydawać się śmieszna, ale taki problem może powstać na przykład przy zastosowaniu licznika do pomiaru szybkości obrotowej, gdy do osi został umocowany magnes, który steruje umieszczonym w pobliżu kontaktronem. Czas przerzutu przerzutnika musi być wówczas dostatecznie długi, aby zamaskować odbicia styków i równocześnie na tyle krótki, aby umożliwić zliczanie przy maksymalnej szybkości obrotowej.

Oczywiście pomiar dużych szybkości obrotowych przy pomocy magnesu i kontaktronu nie jest łatwy. W praktyce do tego celu lepiej nadaje się czujnik bezstykowy, na przykład z efektem Halla.

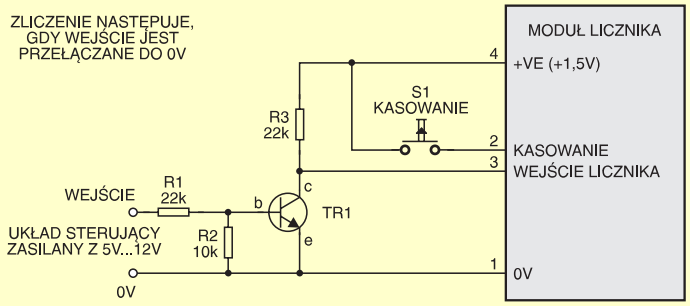
Przerzutniki Schmitta

Do zarejestrowania zliczenia przez układ zliczający jest potrzebna zmiana poziomu sygnału. Reagowanie na te zmiany nazywa się wyzwalaniem zboczem sygnału. Inaczej mówiąc, przerzutnik reaguje na pionową krawędź impulsu. Niektóre reagują na zbocze narastające, a inne na zbocze opadające.

Jeżeli impulsy są dobrze ukształtowane, mają krótki czas narastania i opadania, to prawdopodobieństwo niewłaściwej reakcji licznika na impuls jest małe. Jeżeli zaś wejście licznika jest sprzężone z monitorowanym źródłem zmiennoprądowo (przez kondensator, zob. część 2, rys. 2.5), to licznik może w ogóle nie



Rys. 6.3. Układ (a) nie reaguje właściwie na powolnie zmieniające się napięcie. Wstawienie przerzutnika Schmitta (b) usuwa tę wadę.



Rys. 6.4. Układ sprzęgu z modułem opisanym w tekście.

reagować na powolnie zmieniające się napięcie źródła.

Za przykłady złych źródeł sygnału można wziąć czujniki światła, czy temperatury, omówione w części 1. Ich sygnały wyjściowe w miarę zmian mierzonych wielkości zmieniają się powoli. Nawet jeżeli zmiany napięcia byłyby na tyle duże, aby można je było uznać za poziom logiczny 0 lub 1, to nie zdołałyby wyzwolić licznika w układzie połączeń pokazanym na **rys. 6.3a**.

W takiej wersji układu liczącego napięcie wahające się w pobliżu progu wyzwalania licznika mogłoby wywołać zliczenie wielu niepożądanych impulsów przejściowych zamiast pojedynczego zdarzenia. Rezultaty zliczania wielu przejść temperatury czy oświetlenia powyżej i poniżej wybranej wartości granicznej będą bardzo mało przydatne.

Wstawienie przerzutnika Schmitta pomiędzy czujnik a licznik, jak pokazuje **rys. 6.3b**, eliminuje tę trudność. Przerzutniki Schmitta były omawiane w części 1, rys. 1.7 do rys. 1.11. Można je zestawiać z bramek logicznych CMOS, wzmacniaczy operacyjnych, albo używać w gotowej postaci układów scalonych.

Moduł licznika

Chyba najprostszym i najtańszym ze sposobów uzyskania układu liczącego jest użycie gotowego modułu licznika. W sprzedaży (w Wielkiej Brytanii) jest wiele takich modułów, zawierających wyświetlacz ciekłokrystaliczny, dekoder i układ odkłócający. Dalsze informacje dotyczą gotowego 5-cyfrowego modułu, zasilanego pojedynczą baterią 1,5V, który może działać z maksymalną częstotliwością 7 zliczeń na sekundę. Ta niewielka raczej częstotliwość ogranicza trochę jego użyteczność, ale ma tę zaletę, że można go użyć niemal z każdym przełącznikiem przyciskowym bez obawy natrafienia na kłopoty z drganiami styków.

Moduł jest wyposażony w wejście kasujące, generuje sygnał prostokątny 512Hz i 32768Hz i może bezpośrednio wysterować brzęczyk piezoelektryczny. Jest zasilany ogniwem 1,5V (które wstawia się bezpośrednio do modułu) i pobiera tak mały prąd, że może pozostawać włączony na stałe.

Sprzęg modułu licznika

Moduł jest zasilany ogniwem 1,5V, nie może więc być bezpośrednio połączony z żadnym z modułów serii klocków elektronicznych, dlatego jest potrzebny układ sprzęgu.

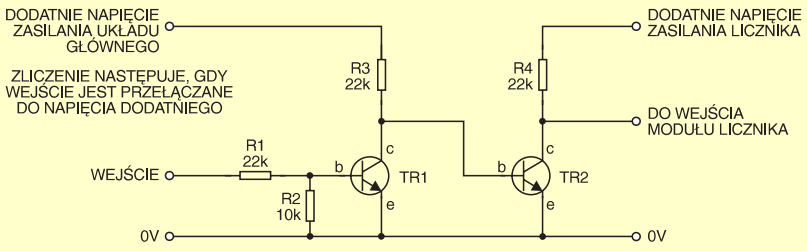
Tranzystorowy układ sprzęgu jest przedstawiony na **rys. 6.4** wraz ze wspomnianym modułem licznika. W razie użycia innego modułu, należy sprawdzić numery wyprowadzeń.

W układzie użyto tranzystora w sposób przytoczony na rys. 1.5 w części 1. Jego rolą jest buforowanie pomiędzy wyższym napięciem zasilania źródła sygnału a niższym napięciem zasilania modułu licznika. Trzeba pamiętać, że licznik jest zasilany z własnego ogniwa 1,5V, a źródło sygnału może być zasilane napięciem 5V, 9V lub 12V.

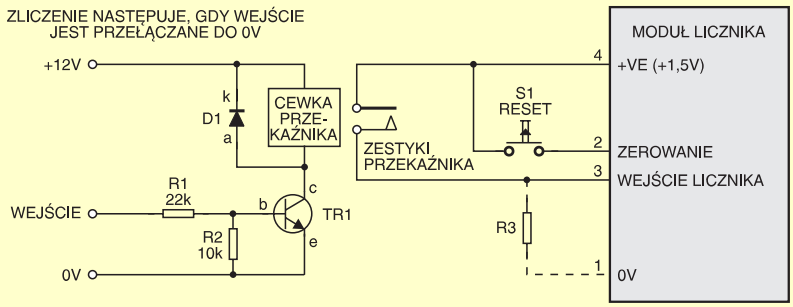
Jeżeli do wejścia zostanie doprowadzone napięcie 5V do 12V, to napięcie kolektorowe tranzystora zostanie obniżone do 0V. Gdy tranzystor zostanie zablokowany, to napięcie to wzrośnie do napięcia zasilania modułu licznika, czyli do 1,5V. Wejście modułu licznika nie otrzyma więc nigdy napięcia wyższego od jego napięcia zasilającego.

W sprzęgu można użyć dowolnego tranzystora npn małej mocy o wysokim wzmocnieniu, jak BC108, BC184L lub podobne. Oporności dwóch rezystorów wejściowych, R1 i R2, zostały tak dobrane, aby tranzystor został zablokowany nawet wtedy, gdy napięcie wejściowe nie zdoła obniżyć się całkowicie do zera. Na przykład napięcie wyjściowe wzmacniacza operacyjnego 741, zasilanego jednym napięciem, nie może być niższe od 1V.

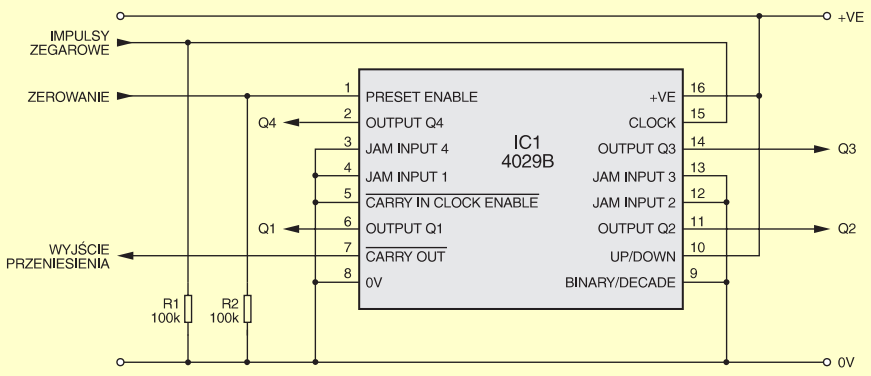
Trzeba też pamiętać, że tranzystor odwraca sygnał wejściowy. Licznik reaguje na zbocza dodatnie (tzn. zlicza gdy napięcie wzrasta), więc będzie zliczał gdy na wejściu napięcie będzie obniżać się do zera. W niektórych przypadkach nie ma to znaczenia, a w innych dla ponownego odwrócenia sygnału trzeba użyć drugiego tranzystora, jak przedstawia **rys. 6.5**. Tranzystor TR2 nie potrzebuje już rezystora w obwodzie bazy, ponieważ rezystor R3, 22kW, dostatecznie ogranicza prąd płynący z zasilacza układu głównego.



Rys. 6.5. Zastosowanie drugiego tranzystora odwraca układ logiczny w porównaniu z rys. 6.4.



Rys. 6.6. Użycie przekaźnika do całkowitego odizolowania modułu licznika od źródła impulsów.



Rys. 6.7. Moduł licznika z układem scalonym 4029B.

Całkowita izolacja

Moduł licznika jest urządzeniem delikatnym i uszkodzenie w obwodach tranzystorów na rys. 6.4 lub rys. 6.5 może go uszkodzić. Jeżeli preferuje się całkowitą izolację, to można użyć układu przekaźnikowego z części 1, rys. 1.13c, w sposób pokazany na **rys. 6.6**. Istnieją jeszcze bardziej wymyślne układy izolacyjne, ale nie będą tu omawiane.

Układ ten reaguje na wzrost napięcia wejściowego, nie tak jak układ z rys. 6.4. Oporności rezystorów i typ tranzystora w układzie na rys. 6.6 są nieco bardziej krytyczne, ponieważ trzeba zapewnić przepływ prądu o dostatecznym dla przekaźnika natężeniu. Oporności rezystorów należy obliczyć według zasad podanych w części 1, zgodnie z wybranym typem tranzystora i przekaźnika.

W razie wątpliwości można wybrać tranzystor Darlingtona npn, na przykład TIP121 lub TIP122 i wziąć oporności rezystorów podane na rys. 6.6. Taka kombinacja powinna działać z każdym zwyczajnym przekaźnikiem 12V.

Trzeba jednak wziąć pod uwagę fakt, że nie każdy moduł licznika toleruje pozostawianie wejścia wolnego w czasie gdy styki przekaźnika są rozwarte. Do właściwego działania licznika może być konieczne dodanie rezystora R3 o sugerowanej oporności 10kW.

Jest także możliwe odbijanie się styków przekaźnika. Szybszy licznik niż proponowany moduł mógłby zliczać fałszywe impulsy. W takim razie może okazać się potrzebny układ z rys. 6.2, w którym styki przekaźnika zastępują S1.

Zaleta:

- pełna izolacja modułu licznika.

Wady:

- koszt, rozmiary i pobór prądu przekaźnika,
- w niektórych przypadkach odbijanie się styków przekaźnika może wywoływać fałszywe zliczenia.
- szybkość zliczania jest ograniczona bezwładnością przekaźnika.

Dwójkowy licznik dziesiętny

Rysunek 6.7 przedstawia moduł licznika, w którym wykorzystano układ scalony CMOS 4029B. Jest to dwójkowy układ liczący (reagujący na narastające zbocza impulsów), z którego wyjść Q1, Q2, Q3 i Q4 jego zawartość można odczytać w układzie dwójkowym. Stan wyjścia Q1 nazywa się najmniej znaczącym (najmłodszym) bitem (czyli LSB), a stan wyjścia Q4 najbardziej znaczącym (najstarszym) bitem (czyli MSB)j. Wyjścia licznika można połączyć z modułem sterownika wyświetlacza ciekłokrystalicznego albo elektroluminescencyjnego. Dla 7-segmentowgo wyświetlacza elektroluminescencyjnego taki moduł można utworzyć przy pomocy układu scalonego CMOS 4511B, a dla ciekłokrystalicznego przy pomocy CMOS 4543B, jak pokazuje rys. 6.9.

Do używania układu 4029B, pokazanego na rys. 6.7, nie jest konieczna znajomość systemu dwójkowego, jest on jednak wart krótkiej wzmianki.

Cyframi w układzie dwójkowym (zwanymi bitami) są 0 i 1, którym przyporządkowuje się stany logicznego 0 (niski) i logicznej 1 (wysoki). Zero w układzie dziesiętnym to 0 w układzie dwójkowym, 1 w układzie dziesiętnym to 1 w układzie dwójkowym, ale 2 w układzie dziesiętnym to 10 w układzie dwójkowym (wymawia się jeden-zero, a nie dziesięć). System dwójkowy opiera się na potęgach dwójki. **Tabela 6.1** pomoże w wyjaśnieniu tego systemu.

Bez wdawania się w długi opis wystarczy przyjrzeć się rozkładowi liczb aby dostrzec w nim prawidłowość. Na przykład liczbę zapisaną w systemie dziesiętnym jako 6, w systemie dwójkowym zapisuje się jako 0110, czyli jedynkę w kolumnie czwórek (czyli 2 do potęgi 2) i jedynkę w kolumnie dwójek (czyli 2 do potęgi 1). Tabela obejmuje 4-bitową arytmetykę dwójkową (liczba 4-bitowa jest nazywana półbajtem (nibble), a 8-bitowa bajtem (byte).

Tabela 6.1. Konwersja liczb z systemu dziesiętnego na dwójkowy

Dziesiętny	Dwójkowy			
	2^3=8	2^2=4	2^1=2	2^0=1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

Największą liczbą 4-bitową jest 1111, w układzie dziesiętnym 15. Jeżeli jednak licznik ma sterować dziesiętnym wyświetlaczem, to najwyższą potrzebną liczbą jest 9 (dwójkowo 1001). Liczniki, które liczą do 9 a następnie zerują się i wysyłają sygnał przeniesienia, są nazywane licznikami dziesiętnymi kodowanymi dwójkowo (BCD, binary coded decimal). Niektóre liczniki scalone, na przykład 4029B, mogą zostać przystosowane do liczenia albo do 15 albo do 9.

Układ 4029B może liczyć dwójkowo od 0 do 15 (czyli do 1111). W tym celu należy połączyć jego wyprowadzenie 9 z zasilaniem +VE. Jeżeli wyprowadzenie 9 zostanie połączone z 0V, licznik zostanie przełączony w tryb BCD i kasuje się za dziesiątym zliczeniem. Jego wyjścia pozostają nadal w układzie dwójkowym, zmianie ulega tylko stan, przy którym licznik jest kasowany.

Na rys. 6.7 pokazano szczegółowo sposób połączenia licznika 4029B w trybie BCD, w którym zlicza od 0 do 9, a wraz z 10 impulsem kasuje się do 0 i wysyła impuls przeniesienia. Licznik ten w każdej chwili może zostać skasowany przez doprowadzenie dodatniego impulsu do wejścia kasowania 1.

Licznik zwiększa stan o jeden za każdym razem, gdy do wejścia zegarowego zostanie doprowadzone dodatnie napięcie. Jak już to omówiono przy opisie modułu licznika, wymaga on bardzo czystego sygnału. Zwykły przycisk, na skutek odbijania się styków, za każdym naciśnięciem będzie wywoływał serię zliczeń, jest więc konieczne zastosowania układu odkłócającego.

4-bitowy licznik dwójkowy/dziesiętny 4029B jest układem bardzo elastycznym. Rozmieszczenie jego wyprowadzeń jest podane w **tab. 6.2**.

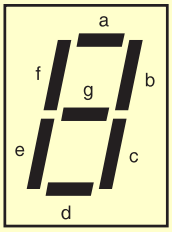
Tab. 6.2. Wyprowadzenia układu scalonego 4029B

Wyprow.	Funkcja
1	Preset enable (lub reset), normalnie 0V, ustawianie pod wpływem napięcia dodatniego.
2	Output, wyjście Q4.
3	Parallel load, wejście programujące 4 (JAM).
4	Parallel load, wejście programujące 1 (JAM).
5	Carry in, wejście przeniesienia, normalnie 0V, wprowadzenie przeniesienia pod wpływem napięcia dodatniego
6	Output, wyjście Q1.
7	Carry out, wyjście przeniesienia, normalnie dodatnie, przerzuca się do 0V przy maksymalnym stanie przy zliczaniu w górę, albo przy minimalnym stanie przy odliczniu w dół.
8	0V zasilania.
9	Binary/decimal, wybór zliczania w systemie dwójkowym lub dziesiętnym, dodatnie napięcie dla zliczania dwójkowego, a 0V dla dziesiętnego.
10	Up/down, wybór zliczania w górę lub odliczanie w dół, dodatnie napięcie dla zliczania w górę, a 0V dla odliczania w dół.
11	Output, wyjście Q2.
12	Parallel load, wejście programujące 2 (JAM).
13	Parallel load, wejście programujące 3 (JAM).
14	Output, wyjście Q3.
15	Clock, wejście zegarowe, zliczenie następuje pod wpływem narastającego zbocza impulsu.
16	+VE zasilania.

Wejścia programujące

Te cztery wejścia nazywają się wejściami programującymi lub JAM. Przy ich pomocy można ustawić stan początkowy licznika (dowolną liczbę dwójkową w zakresie 0...1111). Z chwilą doprowadzenia napięcia dodatniego do wejścia ustawiającego (Preset Enable), do licznika zostaje wprowadzona liczba podana na wejścia JAM Input 1...4.

Na przykład trzeba zbudować układ czasowy, który odlicza czas w dół w minutach i sekundach. Gdy stan początkowy licznika przykładowo wynosi 4 minuty i 00 sekund, to następny powinien wynieść 3 minuty i 59 sekund. Zatem stan licznika dziesiątek powinien skoczyć z 0 do 5 (a nie z 0 do 9, jak w zwykłym liczniku dziesiątkowym). W celu wywołania takiego skoku wejścia progamujące muszą zostać ustawione dwójkowo na 0101 (czyli dziesiętnie 5).



Rys. 6.8. Oznaczenia cyfry 7-segmentowej.

Praktyczny przykład użycia systemu obciążenia równoległego do ustawienia liczby początkowej można znaleźć w projekcie czasowego układu odliczającego, załączonego do części 7 "Systemu projektowania modułowego".

Kaskadowe łączenie liczników

Gdy zostanie osiągnięty stan maksymalny lub minimalny, następny zegarowy impuls wejściowy wywoła skasowanie licznika i wysłanie przez wyjście 7 impulsu przeniesienia. Napięcie na tym wyjściu normalnie jest dodatnie, ale w czasie wyświetlania zera pojawia się stan niski. Po następnym impulsie zegarowym napięcie na wyjściu 7 ponownie staje się dodatnie i zmiana ta może zostać użyta jako impuls zegarowy dla następnego licznika.

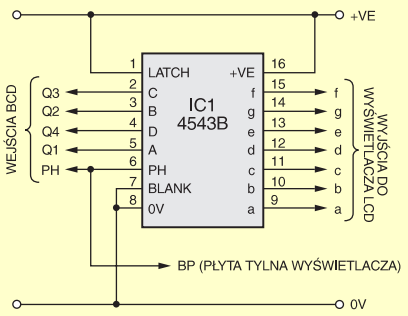
W ten sposób można łączyć kaskadowo szereg liczników, które liczą dziesiątki, setki itd. Ten bardzo prosty sposób nadaje się do łączenia liczników 4029B. Istnieje jednak szereg innych subtelnych sposobów łączenia kaskadowego, więcej informacji o których należy szukać w katalogach układów CMOS.

Moduły wyświetlaczy

Moduły wyjściowe opisywane w części 6 i 7 są przewidziane do sterowania wyświetlaczami 7-segmentowymi elektroluminescencyjnymi lub ciekłokrystalicznymi, należałoby więc najpierw zająć się systemem 7-segmentowym, przedstawionym na **rys. 6.8**.

Poszczególne segmenty są oznaczane literami od a do g. W ten sam sposób oznacza się także wyjścia sterujących tymi wyświetlaczami układów scalonych, co ułatwia łączenie ich ze sobą. Cyfra zero jest wyświetlana przez świecenie segmentów a, b, c, d, e, f, cyfra 1 przez b, c itd. Chociaż system oznaczania segmentów został znormalizowany, to rozmieszczenie ich wyprowadzeń niestety nie. Trzeba więc korzystając z katalogu producenta ustalić, który segment jest wyprowadzony którą końcówką. Zazwyczaj wyprowadzenia wyświetlaczy jednego rozmiaru i kształtu są jednakowe.

Trzeba też wiedzieć, że wyświetlacze elektroluminescencyjne są produkowane w dwóch wersjach, ze wspólną katodą i ze wspólną anodą. Więcej informacji na ten temat znajdzie się w części 7. Wersje te nie są zamienne. Układ przewidziany do sterowania jedną wersją nie nadaje się do sterowania drugą bez zmiany układu sterowania.



Rys. 6.9. Dekoder-sterownik wyświetlacza ciekłokrystalicznego typu 4543B.

Wyświetlacze ciekłokrystaliczne są wytwarzane w inny sposób i nie ma ich odmian katodowych i anodowych.

Sterownik-dekoder wyświetlacza ciekłokrystalicznego

Na **rysunku 6.9** jest przedstawiony moduł sterownika z układem CMOS 4543B. Wymaga on wejścia BCD i służy do sterowania jednej cyfry 7-segmentowego wyświetlacza ciekłokrystalicznego. Zazwyczaj wyświetlacze te są wytwarzane jako kilkucyfrowe. Każda z cyfr do sterowania wymaga więc jednego 4543B. (Istnieją także specjalne układy scalone do sterowania więcej niż jedną cyfrą.) Konieczne jest sprawdzenie w katalogu, które wyprowadzenie jest połączone z którym segmentem której cyfry. Brzmi to w sposób dość zawiły... i jest w rzeczywistości! Wyświetlacze ciekłokrystaliczne różnią się pod wielu względami od wyświetlaczy elektroluminescencyjnych. Są bardziej delikatne mechanicznie, łatwo je zniszczyć przez zgniecenie. Są one także wrażliwe na ładunki elektrostatyczne, należy stosować do nich takie same środki ostrożności jak do układów CMOS. Nie należy też nigdy ich lutować, tylko stosować podstawki.

Szereg wyprowadzeń służy do sterowania kropkami dziesiętnymi, dwukropkami itp. Nie używane wyprowadzenia należy połączyć z wyprowadzeniem płyty tylnej (BackPlane). A najważniejsza ze wszystkiego w każdym wyświetlaczu ciekłokrystalicznym jest konieczność doprowadzenia napięcia fali prostokątnej do płyty tylnej. To samo napięcie doprowadza się także do końcówki PH w układzie scalonym sterownika

Tab. 6.3. Wyprowadzenia układu scalonego 4543B

Wyprow.	Funkcja
1	Latch disable, starowanie pamięcią. Napięcie dodatnie - pamięć "przezroczysta" - dane z wejść przechodzą na wyjścia. Napięcie 0V - ostatnie dane "zatrzaśnięte" w pamięci - układ nie reaguje na zmiany stanów wejściowych.
2	Wejście dwójkowe (binary) C (zwykle z wyjścia Q3 sterownika).
3	Wejście dwójkowe (binary) B (zwykle z wyjścia Q2 sterownika).
4	Wejście dwójkowe (binary) D (zwykle z wyjścia Q4 sterownika).
5	Wejście dwójkowe (binary) A (zwykle z wyjścia Q1 sterownika).
6	Wejście PH, jak powyżej wspomniano, wymaga fali prostokątnej.
7	Wejście wygaszające (blanking). Musi być połączone z 0V, jeżeli jest pod napięciem dodatnim, to cyfra zostaje wygaszona.
8	Zasilanie 0V.
9	Wyjście do segmentu a.
10	Wyjście do segmentu b.
11	Wyjście do segmentu c.
12	Wyjście do segmentu d.
13	Wyjście do segmentu e.
14	Wyjście do segmentu g.
15	Wyjście do segmentu f.
16	Zasilanie +VE.

(Projektanci płytek drukowanych docenią, że chociaż wyprowadzenia nie są w ściśle alfabetycznym porządku, to ułatwiają prowadzenie ścieżek na płytce!)

wyświetlacza. Częstotliwość tej fali powinna wynosić 30Hz do 100Hz. Do wyświetlacza ciekłokrystalicznego nie wolno nigdy doprowadzać napięcia stałego, bo grozi to jego uszkodzeniem.

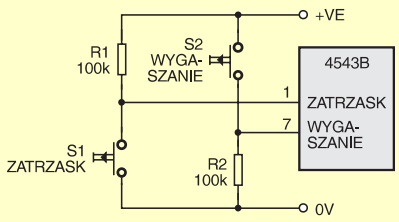
Rozmieszczenie wyprowadzeń 4543B, zatrzasku-dekodera-sterownika BCD do wyświetlacza 7-segmentowego jest zamieszczone w **tabeli 6.3**.

Wyświetlacz ciekłokrystaliczny

Jak już wspomniano, z wyświetlaczem takim trzeba się obchodzić bardzo ostrożnie. Jest delikatny i mechanicznie i elektrycznie.

Ostrzeżenie: maksymalne napięcie zasilania niektórych wyświetlaczy ciekłokrystalicznych wynosi 9V. Gdy jest wymagane zasilanie z 12V, trzeba to sprawdzić przy kupnie.

Można dostać tego rodzaju wyświetlacze o różnej konfiguracji cyfr, na przykład 3,5 cyfrowe (wyświetlające do



Rys. 6.10. Sterowanie zatrzaskiem i wygaszaniem układu 4543B.

1999) albo 4,5 cyfrowe (do 19999), to niektóre z możliwości. Chociaż istnieje znaczna zgodność pomiędzy różnymi typami wyświetlaczy, to koniecznie trzeba sprawdzić rozmieszczenie wyprowadzeń.

Na **rys. 6.11** jest pokazane rozmieszczenie wyprowadzeń typowego 4-cyfrowego wyświetlacza ciekłokrystalicznego (wyświetlającego do 9999). Nie oznaczone końcówki mogą albo być nie użyte, albo służyć do innych znaków, na przykład znaku plusa i minusa.

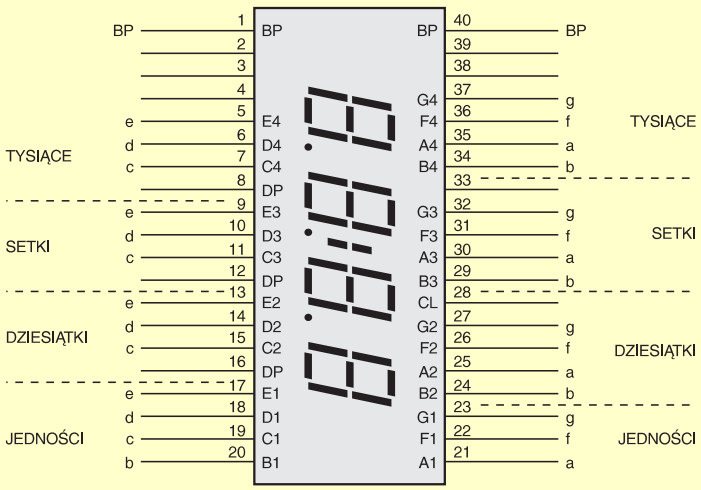
Płyta tylna (BP) jest wspólna dla wszystkich segmentów wyświetlacza i musi być połączona z tym samym napięciem zasilającym fali prostokątnej co końcówka PH w układzie scalonym sterownika.

Schemat blokowy typowego układu sterowania wyświetlaczem ciekłokrystalicznym jest pokazany na **rys. 6.12**. Falę prostokątną 30Hz do 100Hz można otrzymać z przerzutnika astabilnego (zob. część 4), albo innego stosownego generatora zegarowego, jak na przykład kwarcowy układ czasowy z licznikiem CMOS 4060B, który zostanie opisany w części 7. (Z końcówki 15 tego licznika otrzymuje się częstotliwość 32Hz.)

Przykładowy projekt

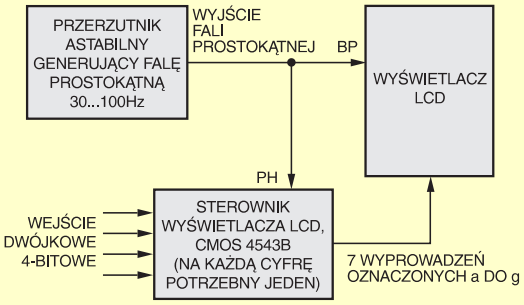
Przykładowym projektem jest zamieszczony w tym samym numerze EdW "Licznik zdarzeń", pokazujący jak z opisanych w części 6 modułów można zestawić praktyczne urządzenie.

Max Horsey



UWAGA: 1. Wystarczy połączyć jedną z końcówek BP
2. Wszystkie niewykorzystane wyprowadzenia muszą zostać połączone z BP

Rys. 6.11. Typowe rozmieszczenie wyprowadzeń 4-cyfrowego modułu wyświetlacza ciekłokrystalicznego.



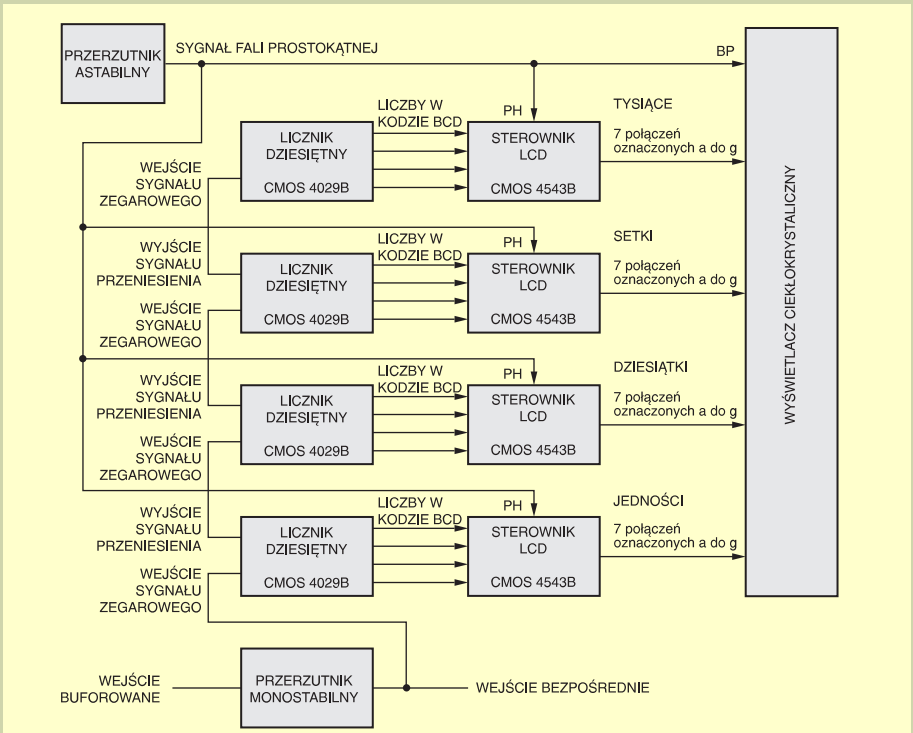
Rys. 6.12. Typowy układ sterowania wyświetlaczem ciekłokrystalicznym.

Licznik zdarzeń

W tym przeznaczonym do przenośnego użytku liczniku zdarzeń zastosowano wyświetlacz ciekłokrystaliczny (LCD, liquid crystal display), który pobiera pomijalnie mały prąd. Projekt ten ilustruje sposób, w jaki niektóre moduły opisane w części 6 "Systemu projektowania modułowego" można połączyć ze sobą i jak łączy się LCD z układem liczącym. Licznik jest wyposażony w dwa przyciski, jeden do zwiększania stanu licznika, a drugi do jego kasowania. Licznik może być oczywiście połączony z dowolnym innym urządzeniem zamiast przycisku. Może on na przykład odbierać sygnały z modułu czujnika światła (opisanego w części 1) i zliczać przedmioty na podajniku taśmowym. Licznik nadaje się także do automatycznego liczenia punktów zdobywanych za pomocą strzelnicy świetlnej, projektu konstrukcyjnego towarzyszącego części 5 "Systemu projektowania modułowego".

Schemat blokowy

Sposób łączenia ze sobą modułów jest pokazany na schemacie blokowym na **rysunku 1**. W układzie przewidziano dwa wejścia. Jedno jest buforowane przez przerzutnik monostabilny (wzięty z części 2, rys. 2.8), który eliminuje wszelkie efekty odbijania się styków przycisku wewnętrznego albo wyłącznika zewnętrznego. Problemy wywoływane przez odbijanie się styków zostały omówione w części 6. Maksymalna częstotliwość impulsów wejściowych licznika zdarzeń wynosi około 14Hz. Drugie wejście omija przerzutnik i pozwala zliczać impulsy o częstotliwości do 2MHz.



Rys. 1. Schemat blokowy licznika zdarzeń.

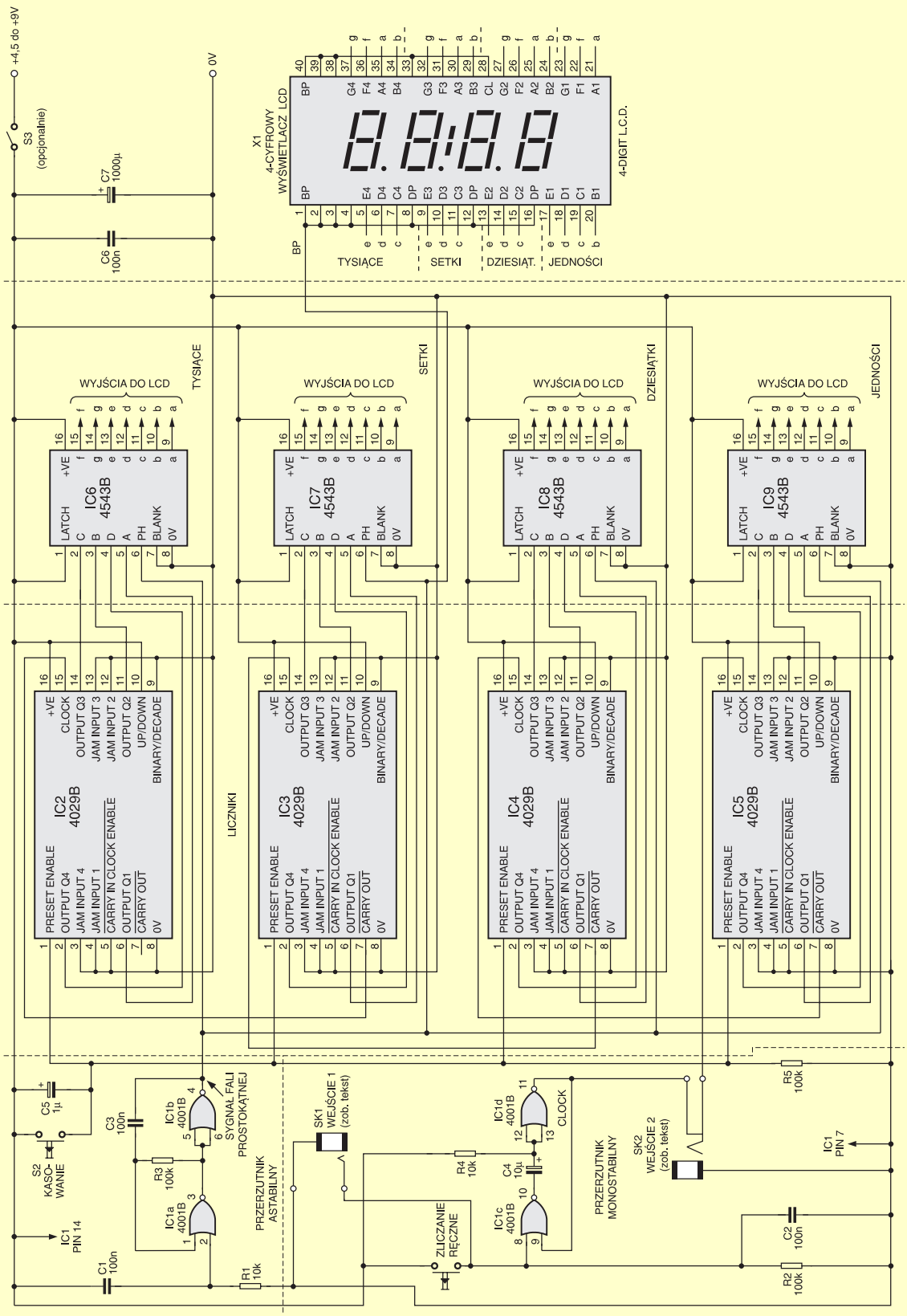
Impulsy z przerzutnika lub z wejścia bezpośredniego są kierowane do licznika jednostek, układu scalonego typu 4029B, który dostarcza informacji dziesiętnej kodowanej cyfrowo (BCD) do układu scalonego typu 4543B, sterownika 7-segmentowego LCD cyfry jednostek.

W części 6 również omówiono sposób zasilania LCD, który zasila się nie napięciem stałym, tylko zmiennym, fali prostokątnej o częstotliwości 30Hz do 100Hz. Napięcie to musi być doprowadzone do końcówki BP (płyty tylnej) wyświetlacza. Jeżeli sygnał dochodzący do danego segmentu jest w fazie (czyli jest taki sam) z sygnałem dochodzącym do BP, to segment ten jest niewidoczny. Jeżeli fazy te są przeciwne, to segment ten jest widoczny (czarny).

Wymagania te mogą się wydawać skomplikowane, ale układ 4543B spełnia je pod warunkiem, że tę samą falę prostokątną otrzymuje jego wejście PH oraz wejście BP wyświetlacza. Sygnał fali prostokątnej jest generowany przez przerzutnik astabilny, taki jak opisany w części 4 (rys. 4.2 do rys. 4.6).

Schemat układu

Kompletny schemat układu licznika zdarzeń jest przedstawiony na **rys. 2**. Pomimo skomplikowanego wyglądu poza układami scalonymi w skład licznika



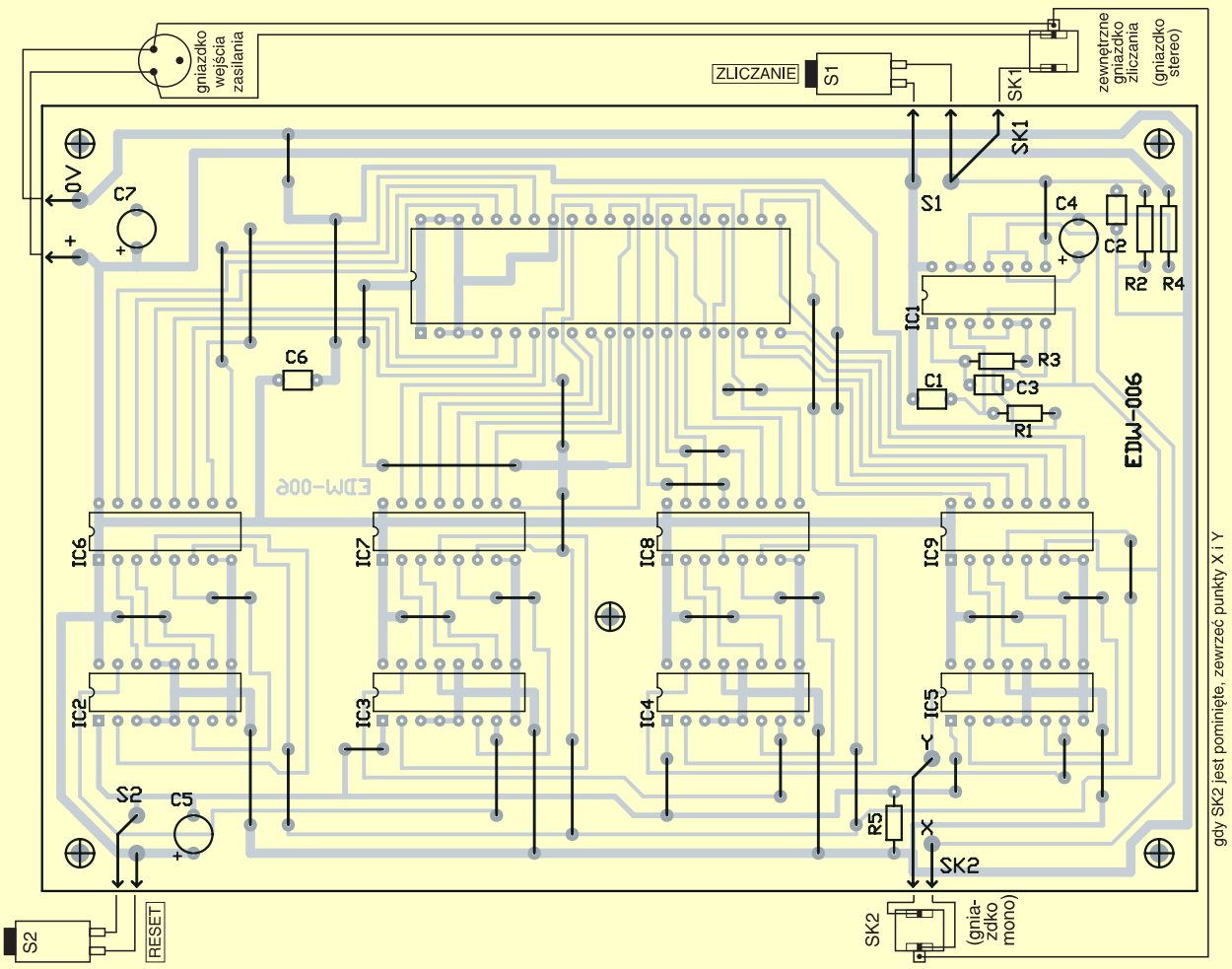
Rys. 2. Kompletny schemat licznika zdarzeń.

zdarzeń wchodzi bardzo mało elementów, a całość składa się z powtarzalnych obwodów, każda bowiem cyfra wymaga takiej samej pary układów, 4029B i 4543B.

Licznik można uruchamiać ręcznie, za pomocą przycisku S1. Niewielkie zakłócenia elektryczne są eliminowane przez obwód C1 i R1, utrzymujący napięcie wejścia 8 IC1 na poziomie 0V, jeżeli nie został naciśnięty przycisk S1, ani nie został odebrany impuls z zewnątrz.

Bramki NOR IC1c i IC1d tworzą przerzutnik monostabilny. Oporność rezystora R4 i pojemność kondensatora C4 zostały tak dobrane, aby czas przerzutu wynosił około 0,07s. Drgania styków nie trwające dłużej od tego czasu nie mogą więc wywoływać fałszywych zliczeń.

Wejście SK1 dla sygnałów zewnętrz-



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej licznika zdarzeń.

nych umożliwia czyste wyzwalanie licznika impulsami o niskiej częstotliwości, nawet jeżeli występują wśród nich wielokrotne impulsy wywołane odbijaniem się styków, czy też inne zakłócenia. Jeżeli sygnał wejściowy jest wolny od tych wad, na przykład sygnał czujnika z efektem Halla, to czas przerzutu przerzutnika można skrócić. Można także taki sygnał doprowadzić bezpośrednio przez SK2 do wejścia 15 IC5 (licznika jednostek). Włożenie wtyczki do tego gniazdka automatycznie odcina sygnał z przerzutnika.

Źródło zewnętrznego sygnału wejściowego musi być zasilane z tego samego zasilacza co licznik.

Przerzutnik astabilny

Przerzutnik astabilny, który generuje sygnał fali prostokątnej dla LCD, jest zestawiony z bramek NOR IC1a i IC1b. Oporność rezystora R3 i kondensatora C3 zostały tak dobrane, aby częstotliwość sygnału na wyjściu 4 IC1b wynosiła około 50Hz.

Mogłoby się zdarzyć, że przerzutnik nie zostałby uruchomiony wraz z włączeniem zasilania, zastosowano więc obwód R1-C1, dzięki któremu w trakcie włączania na wejściu 2 IC1a powstaje impuls dodatni. Sygnał z wyjścia 4 IC1b jest doprowadzony do wejść 6 (PH) wszystkich sterowników LCD i do BP (płyty tylnej) samego wyświetlacza. Układ ten ma dwa wyprowadzenia BP, są one jednak połączone ze sobą, wystarczy więc użyć jednego.

Zliczanie

Sygnał zegarowy z przerzutnika, lub bezpośrednio z gniazdka SK2, dochodzi do wejścia 15 IC5. Wszystkie wejścia programujące (JAM) są połączone z 0V, więc wyświetlacz po skasowaniu wyświetla 0. Wejścia programujące udostępniają bardzo pożyteczną możliwość liczników 4029B (IC2 do IC5). Została ona omówiona w części 6, a jej zastosowanie będzie zilustrowane w projekcie przykładowym przy części 7.

Wyjścia dwójkowe, oznaczone Q1, Q2, Q3 i Q4, są połączone z IC9. Układ ten dekoduje odpowiednio ich stany celem wysterowania wyświetlacza 7-segmentowego i synchronizuje sygnały wyjściowe z falą prostokątną z opisanego wyżej generatora.

Wyjścia od a do g są odpowiednio połączone z wejściami siedmiu segmentów LCD. (Niewłaściwie wykonane połączenia liczników i LCD staną się przyczyną niekończącej się zabawy i frustracji z wyświetlaniem wszelkiego rodzaju dziwnych “cyfr”. Jeżeli nabyty wyświetlacz będzie miał takie samo rozmieszczenie wyprowadzeń, jakie przedstawia rys. 2, to wszystko powinno być dobrze.)

Łączenie kaskadowe i kasowanie

Do końcówki 10 IC5 doprowadzono napięcie zasilania, licznik więc liczy w górę. Końcówka 9 IC5 jest połączona z 0V, więc zliczanie odbywa się w systemie BCD, czyli kasowanie następuje po 9, a nie po 15 impulsie. Istnieją także inne sposoby kaskadowego łączenia tych liczników, a do innych zastosowań niż niniejsze może posłużyć wejście przeniesienia (carry in).

Do zerowania licznika służy wejście ustawiające (preset enable), 1 IC5, normalnie utrzymywane przez rezystor R5 pod napięciem 0V. Stan wszystkich liczników kasuje się do zera (w tym wypad-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

0,25W, węglowe warstwowe lub lepsze

R1, R4: 10kW

R2, R3, R5: 100kW

Kondensatory

C1...C3, C6: 100nF, ceramiczny dyskowy

C4: 10µF/25V, stojący

C5: 1µF/63V, stojący

C7: 1000µF/16V, stojący

Półprzewodniki

IC1: 4001B, poczwórna 2-wejściowa bramka NOR

IC2...IC5: 4029B licznik dwójkowy-dziesiętny

IC6...IC9: 4543B dekoder-sterownik LCD

Różne

S1, S2: przycisk zwierny

S3: jednoobwodowy przełącznik dwupozycyjny (zob. tekst)

SK1: gniazdko stereo f 3,5mm

SK2: gniazdko mono f 3,5mm

X1: 4-cyfrowy wyświetlacz ciekłokrystaliczny

płytka drukowana kod 986

dwurzędowa podstawka 14-stykowa

8 dwurzędowych (DIL) podstawek 16-stykowych

4 jednorzędowe (SIL) podstawki 20-stykowe

uniwersalna płytka drukowana, moduł 2,54mm, 31 pasków x 26 otworków

kabel taśmowy 20-przewodowy (zob. tekst)

zaciskowe 40-stykowe gniazdko i wtyk (zob. tekst)

obudowa-konsola o pochyłej płycie czołowej (konsola ABS 2801) 190mm x 62mm x 100mm)

ku) naciśnięciem przycisku S2, doprowadzając dodatnie napięcie do końcówki 1 wszystkich liczników. Kondensator C5 wywołuje dodatni impuls kasujący w momencie włączania napięcia zasilania, dzięki czemu włączony licznik wyświetla zera zamiast przypadkowych cyfr.

Pozostałe części układu są identyczne z modułem jednostek. Kondensatory C6 i C7 służą do blokowania obwodu zasilającego, a S3 jest opcjonalnym wyłącznikiem zasilania.

Montaż

Wszystkie szczegóły płytki drukowanej licznika zdarzeń pokazuje **rys. 3**. Montaż należy zacząć od dwurzędowych (DIL) podstawek układów scalonych, dbając aby ich wycięcia zgadzały się z rys. 3. Takie ich ustawienie nie jest niezbędne, ale potem z pewnością ułatwi poprawne wstawienie w nie układów scalonych. Nie należy jednak teraz ich wstawiać!

Trzeba następnie wlutować zworki z drutu. Zworki najlepiej i najporządniej wykonuje się z dłuższego odcinka nieizolowanego drutu. Po przylutowaniu drutu w jednym otworze przeciąga się go przez drugi otwór, prostuje i naciąga, lutuje w drugim otworze, a dopiero potem odcina resztę drutu.

Przed przylutowaniem kondensatorów elektrolitycznych należy dokładnie sprawdzić ich właściwe ukierunkowanie. Na koniec trzeba wmontować końcówki lutownicze dla połączeń zewnętrznych.

Połączenia LCD

W prototypie wyświetlacz został zmontowany na uniwersalnej płytce drukowanej (Veroboard), jak to pokazuje **rys. 4**, którą łączy się z płytką główną za pośrednictwem przewodu taśmowego. Do płytki głównej została przylutowana 40-stykowa podstawka dwurzędowa, z którą łączy się złącze zaciskowe (IDC) przewodu. Takie samo złącze zaciskowe z drugiego końca przewodu wlutowuje się bezpośrednio do płytki wyświetlacza. Trzeba jednak pamiętać, aby zostało wlutowane od strony elementów a nie ścieżek, czyli od tej samej co wyświetlacz, inaczej bowiem układ połączeń byłby lustrzany. Połączenie należy wykonać dwoma 20-przewodowymi kablami taśmowymi zamiast jednym 40-przewodowym, aby od strony wyświetlacza dało się je właściwie ułożyć.

Lutowanie końcówek LCD trzeba wykonywać bardzo uważnie, ponieważ pomiędzy ich parami na płytce przebiega szereg ścieżek.

Dla wyświetlacza przylutowuje się następnie dwie jednorzędowe (SIL) podstawki 20-stykowe, do których dla uzyskania odpowiedniego prześwitu pod wyświetlaczem należy potem wstawić jeszcze po jednej takiej samej podstawce. Pod umieszczonym w podstawkach wyświetlaczem LCD pomieści się więc złącze ze starannie ułożonymi przewodami taśmowymi. Taka metoda pozwala przejrzyście uporządkować połączenia i poprawić jego niezawodność. Ma ona jeszcze tę zaletę, że ułatwia ewentualną wymianę głównej płytki drukowanej w razie potrzeby jej modernizacji, lub zmiany zastosowania.

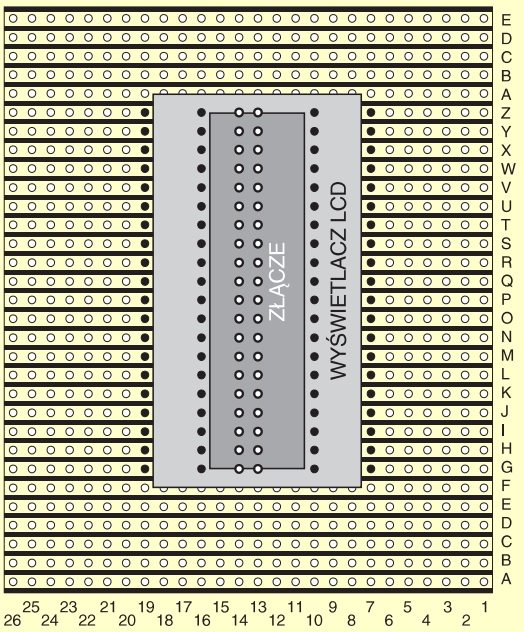
Sposób ten może jednak wydać się niewygodny, przewód taśmowy można wtedy zastąpić oddzielnymi przewodami. Trzeba jednak zastosować kolorowe przewody, inaczej pomyłki są pewne!

Trzeba też pamiętać, aby wszystkie nie użyte wyprowadzenia LCD połączyć z BP. Można je połączyć z końcówką BP już na płytce wyświetlacza, oszczędzając wielu przewodów, muszą jednak zostać poprawnie zidentyfikowane.

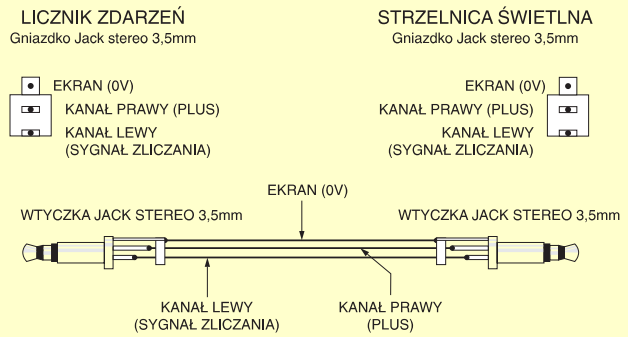
Obudowa

Obudowa jest widoczne na fotografil. Najtrudniejszą czynnością jest wycięcie w pokrywie prostokątnego okienka na wyświetlacz. Trzeba także wykonać otwory dla przycisków S1 zliczania i S2 kasowania. Jeżeli będzie potrzebny wyłącznik zasilania, można go wmontować z boku, obok opcjonalnego gniazdka zewnętrznego zasilania. Gniazdka SK1 i SK2 także można wmontować w boczną ściankę obudowy. (W prototypie nie użyto gniazdka SK2.)

Oddzielenie dolnej części sugerowanej obudowy z pochyłą płytą czołową ułatwia montaż płytki drukowanej, którą mocuje się za pomocą samoprzylepnych wsporników. Płytkę uniwersalną z wyświetlaczem mocuje się natomiast do



Rys. 4. Rozmieszczenie punktów lutowniczych i nacięć na uniwersalnej płytce drukowanej modułu wyświetlacza.



Rys. 5. Szczegóły połączeń pomiędzy licznikiem zdarzeń a strzelnicą świetlną.

metalowej płyty czołowej za pomocą długich wsporników samoprzylepnych.

Połączenie ze strzelnicą świetlną

Jeżeli licznik ma być połączony ze strzelnicą świetlną, to można do tego użyć jako SK1 złącza stereo, przez które doprowadza się do licznika sygnał zliczania oraz zasilanie. Na **rysunku 5** pokazano szczegóły wykonania tego połączenia za pomocą złącza stereo f3,5mm. Złącze to może służyć do zasilania licznika ze strzelnicy świetlnej, albo strzelnicy świetlnej z licznika.

Uwaga: przypadkowe włożenie wtyczki mono do gniazdka spowoduje zwarcie. Połączenia tego nie należy używać, jeżeli oba urządzenia mają własne zasilacze.

Sprawdzanie

Po włączeniu zasilania 6V do 9V należy sprawdzić wyświetlacz, na którym powinny pokazać się cztery zera. Każde naciśnięcie przycisku zliczania S1 powinno zwiększyć wyświetlaną liczbę o 1. Trzeba następnie naciśnięciem przycisku S2 sprawdzić kasowanie. Kolejnym testem jest sprawdzenia przenoszenia po przekroczeniu stanu licznika 9. Sprawdzenie przenoszenia poza 999 byłoby raczej nużące, trzeba więc albo przyjąć poprawność na wiarę, albo użyć generatora sygnału. (Do tego celu można zmontować przerzutnik astabilny według jednego ze schematów z części 4.)

Odszukiwanie błędów

Jeżeli odszukanie błędu okazało się konieczne, należy zacząć od przeczytania odpowiedniej sekcji w części 1.

Po sprawdzeniu, że napięcie zasilające dochodzi do każdego układu scalonego, należy wprowadzić je krótkim impulsem do wejścia 15 każdego układu 4029B, co powinno zwiększać daną cyfrę o jeden.

Większość trudności jest zwykle spowodowana pomyłkami lub wadami w połączeniach pomiędzy główną płytką a wyświetlaczem, trzeba więc dokładnie sprawdzić cały wyświetlacz i upewnić się, że wszystkie jego nie użyte wyprowadzenia są połączone z BP.

Za pomocą oscyloskopu można sprawdzić, czy do końcówki BP dochodzi fala prostokątna. Segmenty, na których faza fali prostokątnej jest zgodna z fazą fali na BP, zostają wygaszone, a te segmenty, na których fazy te są przeciwne, pozostają czarne. W braku oscyloskopu falę prostokątną daje się wykryć woltomierzem (który wskazuje wtedy około połowy napięcia zasilającego), jednak zależności fazowych nie da się sprawdzić.

Część 7

W następnej części zostanie opisany odliczający układ czasowy.

Max Horsey

Projekt płytki drukowanej
Christopher Caulkin

Cd. ze str. 20

W chwili, gdy przepłynie graniczna (4A) lub większa wartość prądu, powstanie 2V lub więcej na RS1, RS2, dioda TP oświetli złącze, kolektor, emiter i transoptor zacznie przewodzić. Na kolektorze TP pojawi się stan niski, który zmieni stan przerzutnika US1 B3, B4.

Na wejściu 6 B3 pojawi się stan niski, a na wyjściu 4 stan wysoki, który zablokuje B4 US2. Na wyjściu tej bramki pojawi się stan niski, który zablokuje impuls wyzwalający TY. Na odbiorniku napięcie zaniknie. Po usunięciu przyczyny zwarcia lub przeciążenia naciskamy przycisk K i zmieniamy stan na wyjściu B3 na niski. Dioda sygnalizuje zadziałanie bezpiecznika.

Aby wymusić początkowy stan zero na wyjściu B3, w chwili załączenia wyłącznika sieciowego WŁ, wejście 8 bramki B4 jest połączone z układem R10C9. Długa stała czasowa pokrywa stany nieustalone i zakłócenia, ustawiając zawsze w stan początkowy przerzutnik na zero.

Kondensator C8 filtruje wszelkie krótkie zakłócenia, jak również zapobiega zadziałaniu bezpiecznika w czasie szybkich regulacji potencjometrem P.

Andrzej Adamczyk

Od Redakcji: *W zamieszczonym dziś projekcie podobało nam się przejrzyste, jasne przedstawienie zagadnienia oraz starannie i pracochłonnie wykonany model. Część końcowa listu, którą niestety musieliśmy pominąć, zawiera kilka praktycznych szczegółów świadczących, że Autor naprawdę dotykał się do tego tematu.*

Choć do rozwiązania układowego można mieć pewne zastrzeżenia - można bowiem zaproponować znacznie prostszą realizację z triakiem i diakiem lub optotriakiem, spełniającą swe zadanie w większości zastosowań - jednak godne uwagi i pochwały jest zastosowanie rozbudowanego układu synchronizacji. Od takiego układu już tylko krok do sterowania urządzeniami trójfazowymi.

Regulator na pewno dobrze będzie pracował przy obciążeniu rezystancyjnym (żarówki, lutownica), ale jego przydatność do obciążeń indukcyjnych (transformator, lutownica transformatorowa, wiertarka, inne silniki) jest problematyczna, ze względu na krótkie impulsy wyzwalające, podawane na bramkę tyrystora. Przy obciążeniu indukcyjnym, przez krótki czas trwania impulsu wyzwalającego, prąd obciążenia może nie wzrosnąć powyżej granicznej wartości prądu podtrzymywania tyrystora I_H.

Układ przeciążeniowego bezpiecznika elektronicznego jest interesujący, trzeba jednak mieć świadomość, że jest on zbyt wolny, żeby zabezpieczyć układ w przypadku zwarcia - dlatego dobrze byłoby jeszcze zastosować szybki bezpiecznik WTAFG (z piaskiem).

Zgodnie z zapowiedzią ze wstępu, rozpoczynamy dwumiesięczny etap "Dogrywki". Listy na ten temat kierowane do Redakcji opatrzcie dopiskiem: "EdW - Forum Czytelników - Dogrywka".

EasyTRAX to naprawdę proste!

część 6

W poprzednich pięciu odcinkach kursu poczyniłeś wszystkie niezbędne przygotowania, żeby wreszcie zaprojektować jakąś płytkę. Umiesz obsługiwać program easyedit, *zbudowałeś porządną bibliotekę i czekasz z niecierpliwością na dalsze wskazówki.*
Dziś przechodzimy do omówienia podstawowych zasad projektowania płytek.

Oczywiście, biegłości w projektowaniu przebiegu ścieżek nie można się nauczyć przez czytanie mądrych artykułów. Doświadczenia nabędziesz z czasem, jeżeli będziesz się do tego przykładał.

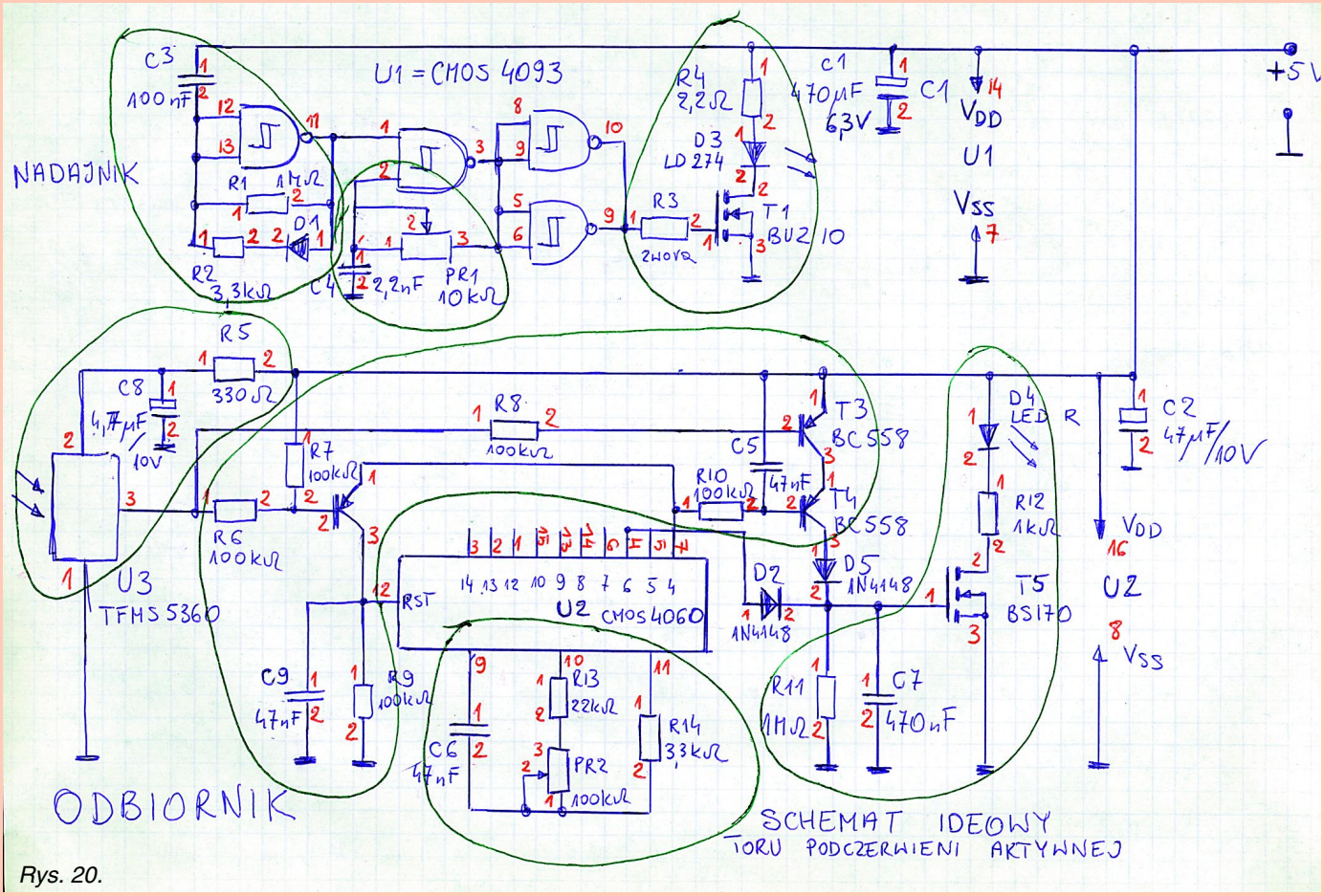
Celem trzech najbliższych odcinków jest pokazanie Ci podstawowych reguł projektowania płytki oraz wskazanie na ewentualne pułapki i zagrożenia.

Oprócz opisu Easytraxa, w artykule znajdziesz też sporo informacji o dodatkowych możliwościach "starszego brata" - Autotraxa. Pozwoli Ci to szerzej spojrzeć na zagadnienie i wstępnie przygotuje do pracy z innymi, w pełni profesjonalnymi programami.

Zachęcam Cię, żebyś dobrze przyswoił sobie podane informacje, zaakceptował podaną kolejność prac, a mam nadzieję że nawet polubisz netlisty. Pamiętaj, że bez nich nie obejdzie się dziś żaden poważny program projektowy.

Jeśli jednak teraz, na początku nauczysz się jakichś "partyzanckich" sposobów projektowania, może nawet nieco szybszych niż proponowana metoda, to potem będzie Ci trudno przesiąść się na inne zaawansowane programy projektowe.

Dziś, krok po kroku, zaczynamy wspólnie projektować płytkę drukowaną do toru podczerwieni aktywnej. Schemat ideowy układu znajdziesz na **rysunku**



Rys. 20.

20. Celowo pokazuję Ci schemat narysowany ręcznie, ponieważ myślę, iż na razie z takimi schematami będziesz miał do czynienia. Potraktuj przedstawione zadanie jako ćwiczenie. Pokazany kluczowany układ toru podczerwieni o dalekim zasięgu, nie zawierający soczewek, tylko diodę o wąskim kącie promieniowania i nowoczesny układ odbiorczy, zostanie opublikowany w jednym z najbliższych numerów EdW. Nie będzie to jednak układ o schemacie identycznym z rysunkiem 20, ponieważ dla celów ćwiczebnych, żeby nadmiernie nie komplikować zadania, usunąłem dwa dławiki umieszczone w szynach zasilających.

Zapewne do tej pory próbowałeś projektować płytki "na piechotę". Znam ten temat, przed laty mogłem nawet poszczycić się w tej dziedzinie pewnymi osiągnięciami. Metoda "na piechotę", inaczej metoda kolejnych przybliżeń polega na kilkakrotnym ręcznym rysowaniu projektu płytki na specjalnej folii, tzw. astralonie aż do osiągnięcia zadowalającego rozmieszczenia elementów, ścieżek i zwór. Amatorzy rysują swe płytki na papierze, lub lepiej na kalce milimetrowej.

Trzeba jednak stwierdzić, że przy takiej procedurze łatwo popełnia się błędy. Znam to z praktyki. Nawet sprawdzenie gotowego projektu przez kogoś innego niewiele pomoże.

Dlatego proponuję Ci metodę, która pozwoli zminimalizować ilość błędów: naucz się korzystać z netlisty. Na pierwszy rzut oka może to wyglądać na stratę czasu, ale gwarantuję Ci, że ten dodatkowy wysiłek się opłaca. Ponadto nabierzesz przyzwyczajeń, które znakomicie przydadzą Ci się w przyszłości, gdy będziesz korzystał z bardziej zaawansowanych programów. W tabelce obok znajdziesz proponowaną kolejność czynności.

Nie myśl, że program do projektowania płytek jest potrzebny wyłącznie do porządnego narysowania płytki na drukarce czy ploterze, czy też łatwego wykonania klisz i wiercenia otworów.

Dobry program powinien też być pomocny do wykrycia ewentualnych błędów.

Czy spotkałeś się już w literaturze elektronicznej z sytuacją, że projekt płytki nie zgadza się w pełni z zamieszczonym schematem ideowym? Niby układ jest taki sam, ale występują różnice, lub nawet ewidentne błędy. Prawdopodobnie autor nie korzystał z netlisty.

Pamiętaj, że rysowanie schematu i projektowanie płytki nie są czynnościami niezależnymi. Najczęściej w trakcie projektowania płytki okazuje się, że trzeba zmodyfikować schemat ideowy, na przykład pozamieniać bramki w obrębie tego samego układu scalonego, czy zmienić kolejność połączonych szeregowo elementów.

Na rysunku 20 podaję Ci gotowy schemat, który trzeba tylko przenieść na płytkę drukowaną. Przyjrzyj się teraz temu rysunkowi. Zauważ, że oprócz oznaczeń i wartości elementów, na schemacie ideowym zaznaczyłem kolorem czerwonym numery końcówek.

Na pewno potrzebny Ci będzie wykaz elementów. Zaawansowane programy potrafią wykonać go na podstawie schematu ideowego w ciągu ułamka sekundy, my zrobimy go "na piechotę":

Wykaz elementów toru podczerwieni aktywnej:

Nadajnik
- R1: 1MW
- R2: 3,3kW
- R3: zwora
- R4: 2,2W
- PR1: 10kW
- C1: 470µF/6,3V
- C3: 100nF foliowy
- C4: 2,2nF foliowy
- D1: dowolna dioda np. 1N4148
- D2: dioda nadawcza LD274
- T1: BUZ10
- U1: CMOS 4093

Odbiornik
- R5: 330W
- R6-R10: 100kW
- R11: 1MW
- R12: 1kW
- R13: 22kW
- R14: 3,3kW
- PR2: 100kW
- C2: 47µF/10V
- C5,C9: 47nF
- C6: 47nF foliowy
- C7: 470nF
- C8: 4,7µF/10V
- D2,D5: dowolna dioda np. 1N4148
- D4: LED 3mm czerwona
- T2-T4: dowolne PNP np. BC558
- T5: MOSFET N np. BS107, BS170
- U2: CMOS 4060
- U3: TFMS5360...5380

Czy wiesz co to jest netlista?

Jest to potoczna nazwa listy połączeń. Netlisty są powszechnie używane we wszelkich "elektronicznych" programach. Zróbmy teraz netlistę dla naszego układu. Jest to bardzo proste. Należy po prostu wypisać, które końcówki są ze sobą połączone. Myślę, że nie trzeba Ci tłumaczyć, iż R1-1 oznacza nóżkę nr 1 elementu oznaczonego R1, a U1-12 - dwunastą nóżkę układu scalonego U1.

Zaczynamy od nadajnika:

NET1: R1-1;R2-1;C3-2;U1-12;U1-13
NET2: D1-2;R2-2
NET3: D1-1;R1-2;U1-1;U1-11
NET4: C4-1;PR1-1;PR1-2;U1-2
NET5:
PR1-3;U1-3;U1-5;U1-6;U1-8;U1-9
NET6: R3-1;U1-4;U1-10
NET7: T1-1;R3-2
NET8: D3-2;T1-2
NET9: R4-2;D3-1

teraz odbiornik:

NET10: C8-1;R5-1;U3-2
NET11: R8-1;R6-1;U3-3
NET12: R7-2;R6-2;T2-2
NET13: R9-1;T2-3;U2-12;C9-1
NET14: R10-1;T2-1;U2-7
NET15: C6-1;U2-9
NET16: R13-1;U2-10
NET17: R13-2;PR2-3
NET18: U2-11;R14-1
NET19: C6-2;PR2-1;PR2-2;R14-2
NET20: D2-1;U2-4
NET21: R8-2;T3-2
NET22: R10-2;C5-2;T4-2

Kolejność prac przy projektowaniu płytki drukowanej:

- Wykonanie schematu ideowego, podział na bloki
- Wykonanie netlisty i spisu elementów
- Wybór obudowy, wykonanie płyty czołowej i tylnej
- Określenie wymiarów płytki drukowanej (zalecany wydruk kontrolny)
- Wstępne umieszczenie wszystkich elementów na płytce zgodnie z podziałem na bloki
- Wstępne umieszczenie ścieżek
- Analiza poprawności rozmieszczenia elementów
- Minimalizacja ilości ścieżek i zwór przez zmianę położenia elementów
- Ostateczne trasowanie ścieżek
- Kontrola zgodności płytki ze schematem ideowym przez porównanie płytki z netlistą
- Ostateczna kontrola poszczególnych warstw miedzi (odstępy między ścieżkami)
- Porządkowanie i uzupełnienie warstwy opisu (Overlay)
- Wykonanie dokumentacji (ostateczny schemat ideowy, wydruki kontrolne poszczególnych warstw płytki)

NET23: T4-1;T3-3
NET24: D5-1;T4-3;
NET25: D5-2;T5-1;D2-2;C7-1;R11-1
NET26: T5-2;R12-2
NET27: D4-2;R12-1
wreszcie szyny zasilające:
dodatnia oznaczona VDD:
NET28: R4-1;C1-1;C3-1;U1-14;C2-1;R7-1;
R5-2;C5-1;T3-1;D4-1;U2-16
i ujemna (masa) oznaczona GND i VSS:
NET29: C4-2;T1-3;C1-2;U1-7;T5-3;C2-2;
C8-2;R9-2;C7-2;U3-1;U2-8;R11-2;C9-2

Przeanalizuj teraz podaną netlistę, czy istotnie podany zapis zgadza się ze schematem z rysunku 20.

Zaawansowane programy projektowe

Ale po co tworzyć taką listę połączeń? Nasz Easytrax nie może przecież z niej skorzystać. To prawda, ale będzie ona potrzebna na koniec, przy sprawdzaniu. Ponadto chcę Ci od razu pokazać, jak powinno się projektować płytki przy wykorzystaniu innych programów.

Z czasem pewnie także schematy ideowe będziesz rysował przy użyciu odpowiedniego programu, zwanego zwykle schematicem, albo też zdobędziesz pakiet projektowy zawierający zarówno program do rysowania schematów, jak i projektowania druku. Programy takie umożliwiają automatyczne generowanie netlisty w ciągu sekundy za pomocą jednego naciśnięcia klawicza. Przy okazji powiem Ci, że różne firmy wprowadziły swoje sposoby zapisu listy połączeń, czyli formaty netlisty. Dlatego programy do rysowania schematów mają zwykle możliwość wygenerowania netlisty w jednym z wielu formatów. W ten sposób natlista może być potem wykorzystana przez program do projektowania płytek pochodzący z zupełnie innej firmy.

Takim kompletnym pakietem projektowym jest na przykład Orcad. Jednak o ile Orcad-schematic (SDT) jest obecnie najpopularniejszym programem do rysowania schematów, o tyle Orcad-PCB nie cieszy się dobrą opinią i niewiele osób go używa. Natomiast firma Protel, która wypuściła naszego darmowego Easytraxa, oferuje obecnie dwa potężne i drogie narzędzia Protel for Windows: Schematic oraz Advanced PCB.

Wśród krajowych elektroników póki co, najczęściej schematy rysuje się pod Orcadem, generuje natlistę w formacie Tango, a do projektowania druku używany jest Autotrax (ostatnia wersja 1.61), przy czym niektórzy do rysowania schematów zamiasr Orcada wykorzystują pokrewnego Autotraxa-schematica (w wersji 3.30).

Uważaj teraz. Gdybyś miał w swoim komputerze lepszy program do projektowania płytek, choćby Autotraxa, mógłbyś wczytać taką netlistę i program niejako pilnowałby potem, czy twój projekt płytki zgadza się ze schematem ideowym.

Co więcej, wiele programów, w tym Autotrax, ma możliwość automatycznego lub półautomatycznego umieszczania elementów bibliotecznych i trasowania ścieżek na podstawie wczytanej netlisty. Oczywiście, wtedy netlista musi zawierać nie tylko zapis połączeń, ale i dokładne określenie potrzebnych elementów bibliotecznych.

Zauważ, że przyporządkowanie elementu bibliotecznego do danego elementu nie jest takie proste, gdy na przykład tranzystor T1 to BC547 w obudowie TO-92, a T2 to tranzystor BDV64 w obudowie TOP-3. Niektóre profesjonalne programy, np. Protel potrafią na podstawie typu elementu oraz jego wartości i oznaczenia automatycznie wybrać dla każdego właściwy element biblioteczny. Korzystają z utworzonej wcześniej tabeli przypisań określającej jakiemu elementowi na schemacie ideowym odpowiada dany element biblioteczny.

Jeśli wygenerowana netlista nie zawiera informacji na temat elementów bibliotecznych, czyli obudów, to projektant za pomocą dowolnego edytora powinien uzupełnić netlistę o potrzebne informacje. Jeszcze inną, prostszą możliwością jest wyprowadzenie "na piechotę" potrzebnych elementów z biblioteki na podstawie spisu.

Praca zawodowego projektanta wygląda więc mniej więcej tak: najpierw z pomocą programu typu *schematic* musi narysować schemat ideowy. Potem ręcznie lub automatycznie numeruje elementy i wpisuje wartości elementów. Następnie generuje netlistę. Gotową netlistę wczytuje do programu projektującego płytki.

Wspomniane wcześniej automatyczne umieszczanie elementów na podstawie netlisty jest określane po angielsku jako *autoplacement*. Niektóre programy zawierają bardzo inteligentny *autoplacer*, który oblicza i sprawdza jak optymalnie rozmieścić elementy, aby potem zminimalizować długość połączeń między nimi.

Gdy autoplacer (lub projektant) rozmieści elementy na płytce, należy rozmieścić ścieżki. Jeśli program zawiera tzw. *autorouter*, można to robić automatycznie. Jednak ogromna większość *autorouterów* zupełnie nie radzi sobie z układami analogowymi przy projektowaniu druku jednostronnego. Są przydatne tylko przy projektowaniu układów cyfrowych na płytkach dwu- lub kilkuwarstwowych.

Etap rozmieszczania ścieżek zawsze zabiera dużo czasu. Nawet po wykorzystaniu autoroutera zawsze trzeba wprowadzić szereg poprawek.

Po zaprojektowaniu przebiegu ścieżek następuje etap sprawdzania projektu na zgodność ze schematem ideowym, czyli z wczytaną netlistą, oraz pod względem zachowania podstawowych zasad projektowania, w szczególności obecności wymaganych odstępów między ścieżkami i punktami.

Na koniec należy jeszcze uporządkować warstwę opisu.

Płytka jest gotowa do produkcji. Potem należy tylko wytworzyć odpowiednie zbiory dla naświetlarki czy fotoplotera i dla wiertarki numerycznej.

Easytrax - siermiężna rzeczywistość

W Easytraxie nie ma ani autoplacera, ani autoroutera. Elementy i ścieżki musisz wprowadzić "na piechotę". Co prawda znajdziesz tu namiastkę autoroutera - polecenie Place Route ("P" "R"), ale nie na wiele się ono przyda. Polecenie to wykonuje połączenie między dwoma wskazanymi punktami, ale potrzebuje do tego dwóch warstw miedzi i umieszcza na płytce mnóstwo przelotek, czyli metalizowanych otworów. Umieść na ekranie kilka elementów bibliotecznych i sprawdź, jak działa to polecenie przy ustawieniu różnych grubości ścieżek ("C" "T") i średnic przelotek ("C" "V"). Uśmiejesz się do łez widząc efekty działania tego pseudoroutera.

Nie pomyśl jednak, że Easytrax to tylko zabawka - jest to naprawdę porządny i dobry program dla hobbystów. Pociesz się, że nawet bardzo drogie programy zawierające autoplacer i autorouter nie radzą sobie z płytkami jednostronnymi - większość pracy i tak trzeba wykonać ręcznie.

Właściwie, moglibyśmy wreszcie zabrać się za projektowanie płytki drukowanej, ale trzeba zacząć od określenia jej kształtu i rozmiaru. Wiąże się to z problemem ogólnej wizji konstrukcyjnej urządzenia: wyborem obudowy, rozmieszczeniem płytek drukowanych w obudowie, uwzględnieniem elementów na płytach przedniej i tylnej, itp. To bardzo ważne zagadnienia i od ich omówienia zaczniemy następny odcinek tego serialu.

Piotr Górecki

Krok pierwszy - obudowa

A teraz zabierz się wreszcie za projektowanie płytki.

Czy już zauważyłeś u siebie, że elektronik skłonny jest zapomnieć o obudowie, a potem długo kombinuje, co zrobić z płytką o bezmyślnie przyjętych rozmiarach.

Nie popełnij takiego błędu - na początek, na podstawie ilości występujących elementów oszacuj, jaką wielkość powinna mieć Twoja płytka. Jeśli masz wątpliwości, wstępnie umieść na arkuszu roboczym wszystkie elementy biblioteczne, jakie mają zmieścić się na płytce i zorientuj się, czy masz szanse zmieścić wszystko w przewidzianej obudowie. Kilka dalszych wskazówek znajdziesz po następnym śródtytule.

Pierwszym krokiem przy projektowaniu płytki drukowanej powinno być dokładne określenie jej wymiarów i zaplanowanie otworów mocujących do konkretnej obudowy. Przed zaprojektowaniem płytki należy wybrać typ obudowy, zaplanować rozmieszczenie przewodów, gniazd, bezpieczników, elementów regulacyjnych i wskaźników oraz wykonać płytę czołową i płytę tylną.

Wielu zapalonych elektroników popełnia w tym miejscu brzemienny w skutkach błąd. Zabiera się do ostatecznego projektowania druku, nie ustaliwszy wcześniej, w jakiej obudowie płytka będzie umieszczona. Na pewno spotkałeś już płytki drukowane nie dające żadnej sensownej możliwości zamocowania ich w obudowie. Potem przysparzają one wiele kłopotów, bo nie mają żadnych otworów pod śruby i pozostaje przykleić je przysłowiowym plastrem opartunkowym. Genialny, aczkolwiek oderwany od rzeczywistości elektronik zapomniał, że płytkę trzeba jakoś zamocować!

Zapamiętaj więc bardzo ważną zasadę: najpierw trzeba ustalić w jakiej obudowie umieszczone będzie gotowe urządzenie, jakie mają być wymiary płytki i gdzie będą rozmieszczone otwory do jej mocowania.

Wcześniej zachęcałem cię do stworzenia porządnych elementów bibliotecznych. Teraz gorąco Cię namawiam, żebyś założył i stopniowo uzupełniał kolekcję *obrysów płytek* przeznaczonych do różnych obudów. Z obudowami metalowymi sprawa jest prostsza, bo można w nich wiercić otwory praktycznie w dowolnym miejscu. Ale obecnie na rynku można kupić mnóstwo przydatnych plastikowych obudów, i większość z nich wymaga określonego sposobu mocowania płytki.

Naucz się od początku myśleć o obudowie, a zaoszczędzisz sobie wielu kłopotów przy ostatecznym montażu.

Z doświadczenia wiem, że przed zaprojektowaniem płytki warto stracić nawet kilka godzin na wybranie rodzaju obudowy oraz dokładne zaplanowanie wyglądu ewentualnej płyty czołowej, rozmieszczenie na niej elementów regulacyjnych, a także przewodów i gniazd zasilających.

Nie bądź nerwowy, wytrzymaj z bólami - najpierw przygotuj obudowę. Jeśli to możliwe - zrób "na gotowo" płytę czołową i płytę tylną urządzenia. Często bowiem okazuje się, szczególnie w przypadku małych plastikowych obudów, że potem płytka nie mieści się w obudowie, bo przeszkadzają jakieś wystające potencjometry, przełączniki, czy gniazda bezpiecznikowe.

Jeśli przyswoisz sobie podaną kolejność prac, będzie to Twój duży sukces!

Nasz układ toru podczerwieni aktywnej będzie się składał z dwóch płytek. Ponieważ jest to układ, który być może zostanie zainstalowany na wolnym powietrzu, więc obudowa powinna zapewnić ochronę przed wilgocią. Jak wiadomo, kąt promieniowania nadajnika i kąt "widzenia" odbiornika powinny być jak najmniejsze. W przedstawionym układzie nie trzeba stosować soczewek, które ogromnie utrudniają one konstrukcję, ale dla zmniejszenia wrażliwości na zakłócenia, dobrze byłoby ograniczyć kąt "widzenia" odbiornika.

Dla ułatwienia pracy, dolny lewy róg płytki powinien być umieszczony w punkcie o współrzędnych 1000, 1000.

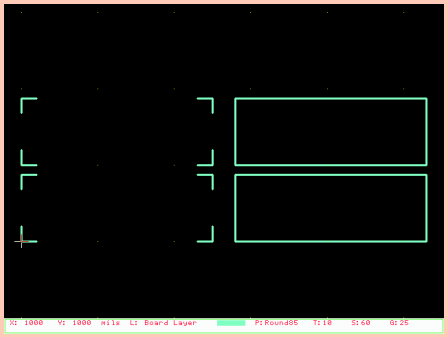
Decydujemy się więc na obudowę: obudową będą odcinki elektrycznej rurki instalacyjnej lub kanalizacyjnej z PCW. Umożliwi to hermetyzację; w najprostszym przypadku choćby przez zalanie gotowego układu stearyną ze świeczki.

Mamy do wyboru szereg rodzajów plastikowych rur. Rury kanalizacyjne, nawet te najmniejsze o średnicy 50mm są za duże. Decydujemy się więc na rurkę instalacyjną RL28 o średnicy zewnętrznej 28,3mm i wewnętrznej 24,1mm. Jak widać na **rysunku 21**, szerokość naszych płytek musi być mniejsza od wewnętrznej średnicy rury. Przyjmujemy szerokość płytki równą 22mm czyli 22 x 39,4 = 866,8 milsów, a w razie potrzeby pilnikiem zwężimy ją jeszcze o około 0,5mm. Ponieważ pracujemy ze skokiem kursora 25mil, przyjmujemy szerokość 875 milsów. Nie musimy natomiast na razie określać długości płytek - będą tak długie, jak potrzeba; określimy to w czasie projektowania druku. Na razie przyjmij długość 2500mil. W naszym projekcie otwory do mocowania nie są potrzebne. W innych przypadkach zaznacz je za pomocą punktów lutowniczych (poleceniem "F1"), a ich rzeczywistą średnicę ewentualnie zaznacz okręgiem w warstwie BoardLayer lub lepiej Overlay.

Ustaliliśmy wymiary. Narysuj teraz obrys nadajnika i odbiornika ścieżką o grubości 10mil. Przyjmij jako stałą zasadę, żeby dolny lewy róg płytki umieszczony był w punkcie o współrzędnych 1000, 1000 - krawędzie płytki będą oddalone od brzegów arkusza o 1 cal. Jest to ważne, ponieważ później, przy wykonywaniu wydruków, niektóre drukarki nie potrafią wykonać rysunku umieszczonego tuż przy krawędzi arkusza. Ponadto jest to wygodne dla projektanta, który ma trochę dodatkowego miejsca na chwilowe przesunięcie umieszczanych na płytce elementów.

W tej części prac możesz nieco ułatwić sobie zadanie, ustawiając punkt odniesienia w miejscu o współrzędnych 1000, 1000. Ustaw więc kursor w tym punkcie. Zmień współrzędne z na względne: "C" "C" "R". Potem wprowadź nowy punkt odniesienia: "C" "F". Współrzędne 1000, 1000 zmienią się na 0,0.

W Easytraxie obrys płytki umieść w warstwie BoardLayer. Ta warstwa ma ciekawą właściwość - ścieżki i okręgi na niej umieszczone pojawią się potem na każdej innej użytej warstwie. Nie musisz więc rysować tego samego na trzech



warstwach: BottomLayer, TopLayer i Overlay - wystarczy raz w warstwie BoardLayer.

W praktyce trzeba tu wziąć pod uwagę pewne istotne szczegóły. Na **rysunku 22** pokazuję Ci dwa sposoby zaznaczenia obrysu płytki w warstwie BoardLayer.

Polecam Ci sposób "oszczędny", polegający na zaznaczeniu tylko narożników. Sposób drugi, zaznaczenie pełnego obrysu, może niekiedy spowodować kłopoty, szczególnie jeśli bedziesz wykonywał płytki w zakładzie produkcyjnym. Pamiętaj, że linie te pojawią się we wszystkich czynnych warstwach, a więc także także jako ścieżka w warstwie BottomLayer. Sam się na to kiedyś "naciąłem" przy projektowaniu płytki zasilacza. Występował tam transformator sieciowy, i jego oczka lutownicze umieszczone były blisko krawędzi płytki. Wszystki było dobrze do momentu, gdy przylutowałem od strony ścieżek przewód sieciowy. Po włączeniu napięcia sieci był huk, ogień i dym; zadziałały bezpieczniki w instalacji. Przyczyną było zwarcie właśnie przez tę cieniutką ścieżkę obrysu - przy lutowaniu przewodów "na płask" nie zauważyłem, że na krawędzi płytki pozostała ta cienka nitka ścieżki. Należy na to zwrócić szczególną uwagę przy projektowaniu płytek, gdzie występuje napięcie sieci 220V. Wymagane są wtedy odstępy izolacyjne między ścieżkami rzędu kilku milimetrów, a taka zapomniana ścieżka obrysu może poważnie obniżyć bezpieczenstwo użytkownika.

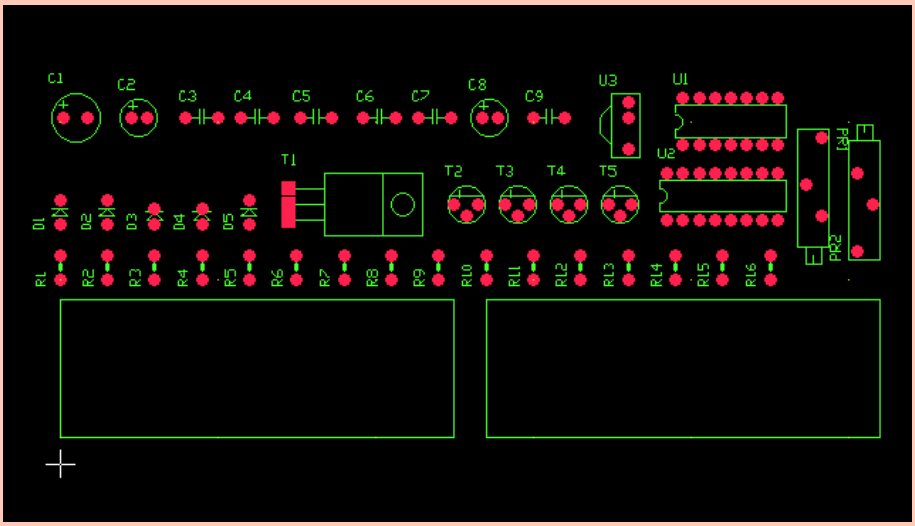
Natomiast, gdy nie zaznaczysz obrysu w warstwie BoardLayer, a tylko w w Overlayu, to bardzo utrudnisz sobie pracę przy ręcznym malowaniu i wierceniu płytek.

Proponuję Ci więc zaznaczenie w warstwie BoardLayer tylko narożników, a w warstwie Overlay pełnego obrysu płytki.

Natomiast przy korzystaniu z Autotraxa, czy Protela, w niektórych sytuacjach oprócz wykorzystania warstwy BoardLayer, musisz zaznaczyć pełny obrys płytki w warstwie KeepOutLayer.

W razie wątpliwości należy te sprawy omówić jasno z wytwórcą płytek, ponieważ niektórzy wytwórcy życzą sobie, żeby projekt zawierał pełny obrys w warstwie KeepOutLayer lub BoardLayer.

Gdy projektujesz płytkę do obudowy, której dotychczas nie używałeś, radziłbym Ci wykonać wydruk kontrolny obrysu płytki i otworów mocujących. Należałoby to zrobić z pomocą programu *easyplot*, który przedstawię Ci w następnych odcinkach. Będziesz wtedy pewny, że płytka i otwory pasują do przewidzianej obudowy.



Rozmieszczanie elementów na płytce

Przy korzystaniu z Easytraxa elementy trzeba umieścić na płytce "ręcznie" poleceniem "P" "C". Masz już gotową listę elementów.

Ponieważ ustaliśmy, że obudową będzie wąska plastikowa rurka i zależy nam na dobrym wykorzystaniu miejsca, wszystkie rezystory umieść "na stojąco". Wykorzystaj więc element biblioteczny R1.5 o rozstawie punktów lutowniczych 150 milsów (ok. 3,8mm). Z konieczności musisz umieścić duży tranzystor mocy T1 "na leżąco". Zwróć też uwagę na kondensator C1, który ma średnicę 8mm.

Gdy będziesz projektował inne płytki na których będzie dużo miejsca, radzę Ci rezystory umieszczać poziomo i jako "standardowy" rezystor stosować element biblioteczny R4 lub R5. Taka płytka ładniej wygląda i łatwiej jest projektować druk, bowiem między nóżkami "leżącego" rezystora można spokojnie przeprowadzić nawet kilka ścieżek.

Przy ręcznym wprowadzaniu kolejnych elementów program pyta o nazwę elementu (*designator*) i jego wartość (*comment*). Radzę Ci wpisywać wartość elementów w polu *comment*, bo potem, z pomocą programu BOM.EXE, łatwo stworzysz wykaz elementów umieszczonych na płytce. Wykaz taki przyda się przy sprawdzaniu płytki.

Możesz też zaoszczędzić trochę czasu i nie wpisywać wartości elementów. Aby wprowadzić na płytkę kilka jednakowych elementów wystarczy umieścić jeden z nich poleceniem "P""C", i potem wykorzystać polecenie Repeat z menu głównego.

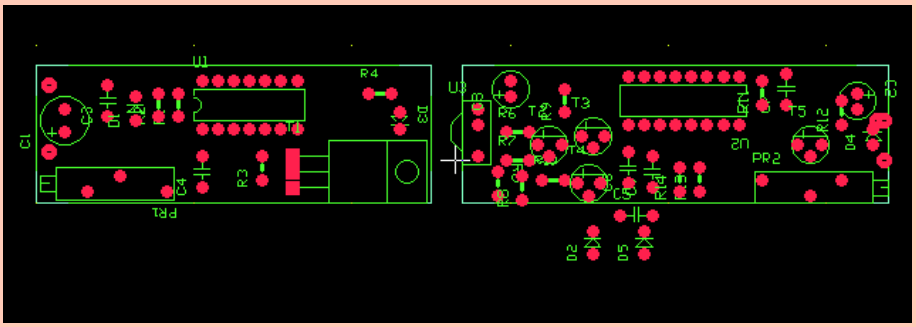
A teraz umieść na arkuszu roboczym wszystkie elementy według spisu. Może to wyglądać, jak na **rysunku 23**.

Przy korzystaniu z Autotraxa, mógłbyś wszystkie elementy "wrzucić" na płytkę automatycznie poleceniem "N""A""L""nazwa_netlisty""enter""enter", oraz "N""A""P", o ile tylko napiszesz lub wygenerujesz za pomocą jakiegoś programu typu *schematic*, kompletną netlistę w formacie Tango. Jeśli netlista nie jest kompletna, brakuje jakichś elementów w bibliotece lub nie zgadza się numeracja punktów lutowniczych, to program może wygenerować raport o brakach czy niezgodnościach - zbiór z rozszerzeniem .rep. Przy automatycznym umieszczaniu elementów należy wcześniej zaznaczyć na specjalnej warstwie kształt projektowanej płytki (w Autotraxie przy korzystaniu z polecenia Netlist AutoPlace "N""A", należy zaznaczyć obrys płytki w warstwie Keep Out Layer, przy czym wbudowany autoplacer jest "mało inteligentny" i jego przydatność ogranicza się do nieskomplikowanych układów cyfrowych).

Po wprowadzeniu wszystkich elementów spróbuj wstępnie ustawić elementy na płytkach tak, żeby podzespoły, które mają być połączone, sąsiadowały ze sobą.

Niektórzy próbują ustawiać elementy na płytce tak, żeby płytka przypominała schemat ideowy. Taka metoda nie jest dobra, zwłaszcza nie daje się jej zrealizować, gdy na płytce występują układy scalone. Dlatego raczej należy wykształcić w sobie umiejętność takiego rozmieszczania elementów, żeby minimalizować długość ścieżek. Każdy układ należy podzielić na oddzielne bloki i tak zaplanować rozmieszczenie tych bloków, żeby było jak najmniej długich połączeń i zwór.

Choć to może wydawać się trudne, naucz się patrzeć na układ, jako na zbiór kilku niezależnych bloków. Prowadzeniem obwodów zasilania na razie nie musisz się zbytnio przejmować, ale warto wstępnie zaplanować przebieg szyn zasilania.



Ja przy bardziej skomplikowanych układach rysuję nawet na kartce wstępny projekt rozmieszczenia poszczególnych bloków, a w szczególności zaznaczam drogę przepływu sygnałów i dopiero potem próbuję optymalnie rozmieścić podzespoły. Przykład znajdziesz na **rysunku 24**, gdzie pokazuję Ci taki wstępny plan stworzony dla płytki wielofunkcyjnej PW-01. Porównaj ten rysunek ze schematem ideowym i montażowym zamieszczonym w EdW 1/96 str 9 rysunki 2 i 3.

Zazwyczaj taki sposób jest dobry, ale są wyjątki. Przy projektowaniu płytek do układów gdzie występują duże prądy, w szczególności wzmacniaczy elektroakustycznych, albo też układów w,cz, należy przede wszystkim starannie zaplanować przebieg ścieżki masy. Ten ważny temat wykracza jednak poza ramy naszego cyklu - jeśli jesteś tym zainteresowany, napisz do mnie, a wtedy w jednym z artykułów podam Ci szereg istotnych wskazówek.

Nasz układ nie jest skomplikowany, ale na schemacie ideowym (rys. 20) zaznaczyłem ci zielonym kolorem poszczególne bloki. **Rysunek 25** pokazuje wstępne rozmieszczenie elementów na projektowanych dziś płytkach przy uwzględnieniu podziału układu na bloki.

Musisz też zaplanować położenie kluczowych elementów - w naszym przypadku są to dioda nadawcza D3 i układ odbiorczy U3, które muszą być umieszczone blisko krótszej krawędzi płytki. Ważne jest też umieszczenie potencjometrów, żeby był do nich dostęp po zmontowaniu. Aby w rurce zmieścił się kondensator C1 o średnicy 8mm i znacznej wysokości, należy go umieścić blisko podłużnej osi płytki, a nie przy brzegu.

W tym momencie powinieneś też wstępnie ustalić, gdzie będą umieszczone punkty lutownicze do przylutowania przewodów zasilających, sterujących itp.

Ten wstępny etap projektowania jest bardzo ważny. Od niego zależy, jak potem będą przebiegać ścieżki i ile zwór będziesz musiał umieścić na płytce.

Tu widzisz, że nawet "inteligentny" autoplacer nie poradzi sobie ze wszystkimi problemami i niektóre kluczowe elementy należy rozmieścić ręcznie.

Większość autoplacerów (a także niektórzy konstruktorzy-esteci) rozmieszczają elementy w powiedziałbym, nadmiernie uporządkowany sposób: wszystkie rezystory oraz kondensatory w jednym rządku równolegle do siebie, układy scalone także równolegle, wycięciami w tę samą stronę. Taka metoda daje wprawdzie płytki ładne na wygląd, ale nie polecam Ci jej, ponieważ ma poważne wady.

Ty będziesz projektował przede wszystkim płytki jednostronne i zależeć Ci będzie na zminimalizowaniu ilości zwór. Natomiast taka estetyczna metoda wymaga stosowania druku przynajmniej dwustronnego lub dużej ilości zwór. Po drugie będziesz projektował płytki do układów analogowych, a w nich bardzo ważne jest właściwe prowadzenie ścieżki masy i najogólniej biorąc, ze względu na zakłócenia, dąży się do zminimalizowania długości wszelkich połączeń.

Ponadto obecnie dąży się do maksymalnej miniaturyzacji sprzętu.

Są to wystarczające powody, żeby głównym kryterium przy rozmieszczaniu elementów nie były względy estetyczne. Rozmieszczenie elementów "pod sznurek" może być uzasadnione tylko przy prostych układach, albo gdy będziesz projektował płytkę pokazową, na przykład do pracy dyplomowej.

Wstępne trasowanie ścieżek

Jeśli już wstępnie rozmieściłeś elementy, wykonaj wszystkie połączenia na podstawie netlisty. Ścieżki o szerokości 30 milsów umieść w warstwie BottomLayer. Postaraj się połączyć *prostymi* odcinkami potrzebne punkty przy pomocy polecenia F3. W miarę możliwości stosuj proste ścieżki, ale gdyby to zaciemniało obraz musisz ścieżkę "złamać". Unikaj jednak pozostawiania punktu załamania ścieżki pod jakimkolwiek elementem, bo potem przy przemieszczaniu tego elementu, ścieżka będzie przesuwana wraz z nim i zacznie się tworzyć bałagan.

Po wstępnym narysowaniu ścieżek otrzymasz obraz, jak na **rysunku 26**.

W Easytraxie do identyfikacji poszczególnych punktów możesz użyć polecenia Jump Pad. Najpierw zmień kursor na duży krzyż ("S" "O" "C" "L" "esc"). Ustaw kursor nad interesującym Cię elementem i wykonaj: "J" "P" "enter" wpisz numer punktu "enter".

Gdybyś miał Autotraxa lub Protela, w tym etapie pracy nie umieszczałbyś na płytce żadnych ścieżek. Przygotowałbyś netlistę w odpowiednim formacie i wczytałbyś ją poleceniem NetList Get ("N" "G"). Po wczytaniu netlisty i włączeniu jej wyświetlania ("N" "G" "nazwa_netlisty" "enter" "S" "enter" "S" "A" "esc") program pokazałby ci obraz bardzo podobny do tego na rysunku 26, tyle, że połączenia zaznaczone byłyby cienkę linią, i nie byłyby to ścieżki, tylko układ połączeń według netlisty.

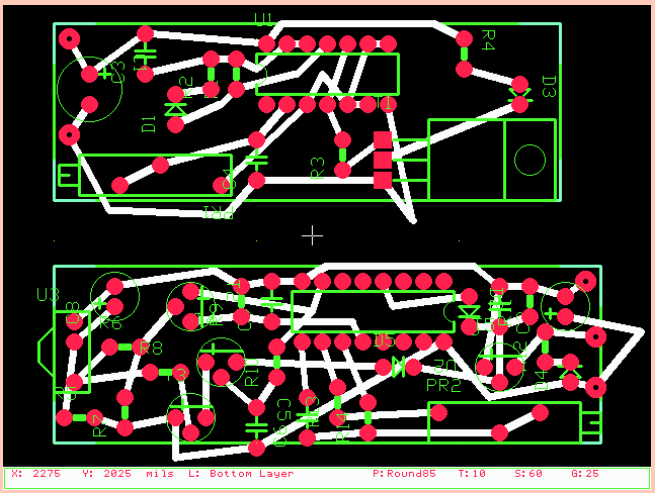
W dalszej części opisu dowiesz się, jak taką prawdziwą netlistę można napisać "na piechotę". Jest to w sumie bardzo łatwe.

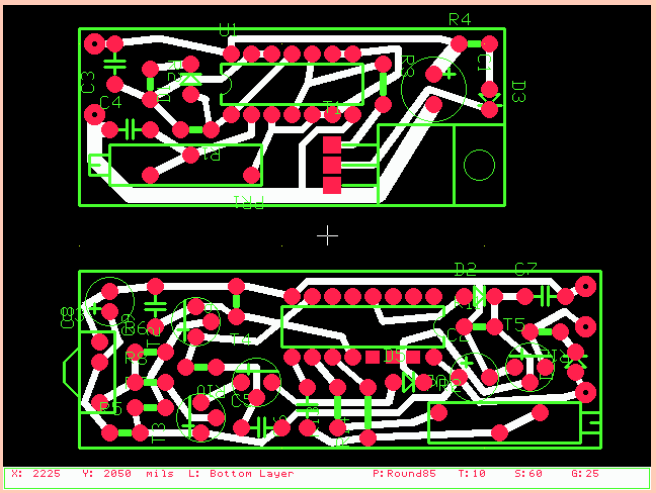
Oczywiście w Easytraxie nie możesz wczytać netlisty, ale doprowadziłeś jednak do bardzo podobnej sytuacji. Celowo zaproponowałem Ci taką kolejność prac, bowiem oto pracując z prostym Easytraxem stworzyłeś sytuację taką, jak przy wykorzystaniu zaawansowanych narzędzi. Gratulacje! Zaczynasz nabierać zdrowych, wręcz profesjonalnych przyzwyczajeń.

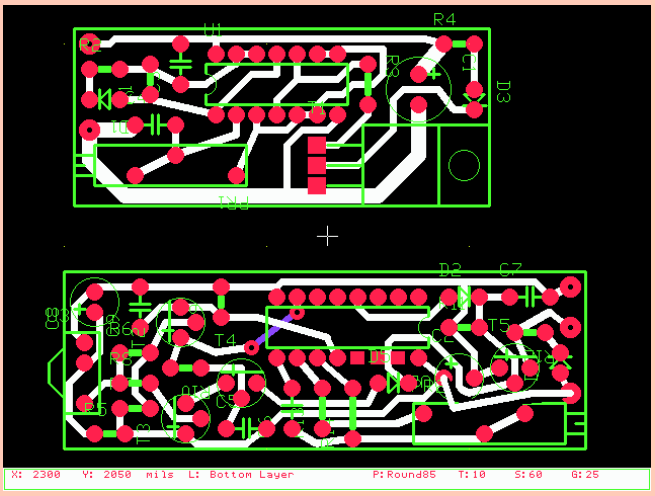
Korekta położenia elementów

Mając już sytuację odpowiadającą z grubsza wczytaniu netlisty, powinieneś sensownie rozmieścić elementy. Pomocą będą poprowadzone ścieżki. Powinieneś tak rozmieścić elementy, żeby jak najmniej ścieżek się przecinało. Potem ostatecznie uporządkujesz przebieg ścieżek. Wykorzystaj więc polecenie Move Component z włączoną opcją ciągnięcia wszystkich ścieżek (opcję włączasz z menu głównego "S" "O" "D" "A" "esc"). Zwróć uwagę, że wcześniej, przy wstępnym prowadzeniu ścieżek, *zalecałem Ci rysowanie rysowanie linii prostych*. Jeśli "przedobrzysz" i wstępny projekt będzie zawierał dużo ścieżek łamanych, to teraz przy przesuwaniu elementów narobisz takiego bałaganu, że szybko się w nim pogubisz.

Podczas przesuwania elementów może mimo wszystko powstać pewien bałagan. Nie wystarczy odświeżyć ekran poleceniem "F9", prawdopodobnie, żeby uzyskać najkrótsze połączenia zgodne z netlistą, będziesz musiał co jakiś czas zmienić przebieg niektórych ścieżek po-







leceniami “M””D” lub nawet skasować i ponownie narysować niektóre połączenia.

Przy tej pracy będziesz korzystał z poleceń menu Move, szczególnie “M” “C”. Pomału też będziesz już planował przebieg ścieżek. Dopóki jednak ostatecznie nie ustawisz elementów, nie staraj się się prowadzić ścieżek na gotowo”. W tej fazie najlepiej jest, gdy ścieżki mają jak najmniej załamań.

W Autotraxie przy korzystaniu z netlisty na ekranie nie ma oczywiście jeszcze ścieżek, a porządkowanie sieci podczas przesuwania elementów wykonuje się poleceniem “N” “O” “A” “Y” “S” “esc”.

Sensowne rozmieszczenie elementów z pewnością zabierze Ci sporo czasu. Nie uważaj, że istnieje jeden, optymalny sposób ustawienia elementów na płytce. Na pewno dobrych rozwiązań jest co najmniej kilka.

Przy przesuwaniu elementów możesz na próbę wyłączyć warstwę Overlay, aby ocenić efekty swej pracy (gdy czynną warstwą jest BottomLayer wykonaj “S” “T” “O” “enter” “esc”). Jednak bez warstwy Overlay przesuwanie elementów jest trudne, bowiem prawdopodobnie pogubisz się w plątaninie ścieżek i punktów.

Pomyśl też, czy przy tej pracy nie warto poleceniem “F” “S” zapisywać poszczególnych faz projektu jako oddzielnych rysunków, np. IRED1.PCB, IRED2.PCB, IRED3.PCB...itd (IRED to skrót od infrared - podczerwień). Gdybyś w pewnym momencie doszedł do wniosku, że zabrnąłeś w ślepą uliczkę, zawsze możesz powrócić do wcześniejszej wersji ładując odpowiedni rysunek poleceniem “F” “L”. Ja kiedyś tak robiłem, ale obecnie już nie stosuję takich środków ostrożności. Kiedyś, przy złożonych układach, zdarzało mi się po kilku godzinach pracy “wejść w taki kanał”, że musiałem wracać do dużo wcześniejszej fazy projektu. Nie łudź się także, że skomplikowaną płytkę zaprojektujesz przez godzinę. Niektóre projekty powstają przez kilka dni. Rozłożenie pracy w czasie ma zresztą liczne zalety, bo za każdym razem podchodzisz do projektu ze świeżą głową.

Być może właściwe ustawienie elementów wyda Ci się szalenie trudnym zadaniem. W rzeczywistości nie jest to takie straszne. Trzeba mieć tylko trochę cierpliwości i nauczyć się myśleć jakby “z wyprzedzeniem”, żeby przewidzieć, jakie korzyści i wady da przesunięcie danego elementu. Z czasem nauczysz się pewnych chwytów i nabierzesz wprawy. Właściwego rozmieszczania elementów nie da się nauczyć “na sucho”. Musisz po prostu spróbować swoich sił. Nawet gdy już nabierzesz wprawy, ta część pracy będzie bardzo czasochłonna. Najprawdopodobniej nie unikniesz zwór w płytkach jednostronnych, ale z czasem będzie ich coraz mniej.

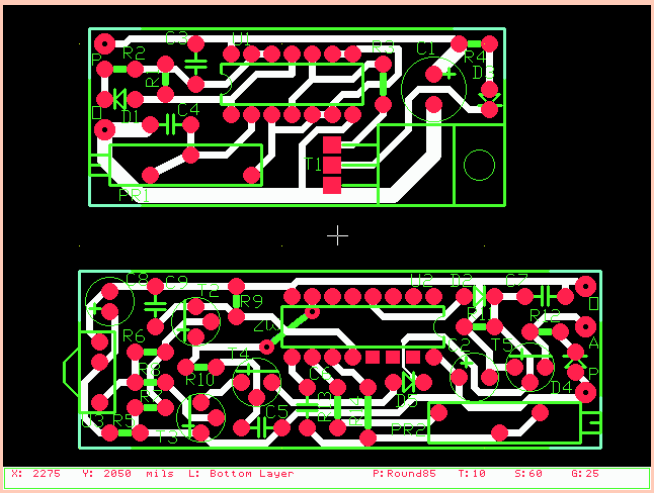
Ja ze swej strony mogę Ci podać tylko garść ogólnych wskazówek, resztę wypracujesz pomału sam.

Pamiętaj o podanej wcześniej zasadzie, żeby pracować ze skokiem kursora równym 25 milsów. Wiedz, że pomiędzy “standardowymi” punktami Round85 oddalonymi o 150mil (np. rezystor R1.5) możesz śmiało prowadzić “standardową” ścieżkę o szerokości 30mil.

Na pewno w tej fazie zechcesz zmienić niektóre elementy na podobne, ale o innym rozstawie punktów lutowniczych. Na przykład rezystor R1.5 na R2, czy R3, kondensator CE6 na CE6A, itp.

Jeśli w czasie projektowania płytki zmuszony będziesz zmienić schemat ideowy, to powinieneś też zmodyfikować netlistę, żeby była zawsze aktualna.

Minimalna odległość między sąsiadu-



jącymi rezystorami mierzona jako rozstaw ich punktów lutowniczych powinna wynosić 125 milsów, czyli 5 skoków kursora (1 skok = 25mil). Możliwe jest też zmontowanie szeregu rezystorów MŁT0,25W "na stojąco" przy odstępie 100mil, ale wtedy należy ustawiać je, powiedzmy - na przemian. Przy kondensatorach powinieneś uwzględnić ich szerokość - dla kondensatorów stałych o pojemności do 100nF wystarczy odstęp równy 150mil.

Nie zapominaj, że możesz prowadzić ścieżki pomiędzy punktami odległymi o 100mil, na przykład między sąsiednimi nóżkami układu scalonego. W tym celu musisz zmienić punkt lutowniczy na Square62 i zastosować ścieżkę o szerokości 15mil. Tak wąskich ścieżek używaj jednak tylko w razie potrzeby, normalnie stosuj ścieżkę 30mil.

Do prowadzenia ścieżki masy i zasilania używaj ścieżek szerszych, nawet 75 i 100mil. To nigdy nie zaszkodzi, a niekiedy może zapobiec kłopotom.

Naucz się omijać sąsiednie połączenia. Porównaj poszczególne fazy pracy pokazane na rysunku 26 i **rysunek 27**, który przedstawia gotowy układ druku. Zobacz ile "skrzyżowań" udało się bezkolizyjnie rozwiązać. Konieczna okazała się tylko jedna zwora!

W codziennej praktyce nie jest tak dobrze. Schemat ideowy, z którego korzystasz, został przeze mnie wcześniej starannie przygotowany. Jeśli sam od początku "wykombinujesz" jakiś układ, albo też skorzystasz z czyjegoś gotowego schematu, będziesz z pewnością musiał dokonać szeregu zmian i modyfikacji. Dotyczy to zwłaszcza wykorzystania poszczególnych bramek, a niekiedy nawet będziesz musiał nieco zmienić schemat ideowy. Na przykład ja w trakcie wstępnych przygotowań zmieniłem kolejność elementów D4, R12 oraz sposób włączenia kondensatora C3 - pierwotnie był on dołączony do masy. Ponadto dopiero w fazie projektowania płytki zdecydowałem się na wykorzystanie nóżek 4 i 7 układu scalonego U2 - wcześniej planowałem podłączyć się do nóżek 6 i 5. W konsekwencji musiałem też zmienić pojemność kondensatora C6.

Nie zapominaj o zasilaniu układów scalonych. Często na schemacie ideowym nie zaznacza się koncówek zasilania, ale muszą one być uwzględnione przy tworzeniu netlisty. Na naszym schemacie ideowym (rys. 20) przypominają o tym strzałki oznaczone VDD i VSS. Takich oznaczeń używa się standardowo do oznaczania napięć zasilających układy CMOS. Natomiast zasilanie układów rodziny TTL oznacza się zwykle VCC i GND. Przy zasilaniu napięciem symetrycznym stosuje się zwykle oznaczenia V+, GND i V- albo VCC, GND, VEE. Dla Ciebie, wykorzystującego tylko Easytraxa nie ma to większego znaczenia, ale jeśli wykorzystywałbyś program do rysowania schematów ideowych, np. Orcada, musisz to uwzględnić, żeby nie narobić bałaganu. W tym miejscu powinieneś się domyślić, dlaczego usunąłem dwa dławiki zasilające z dodatniej szyny zasilania. Na ten problem "natniesz się", jeśli będziesz generował netlistę za pomocą programu typu *schematic*.

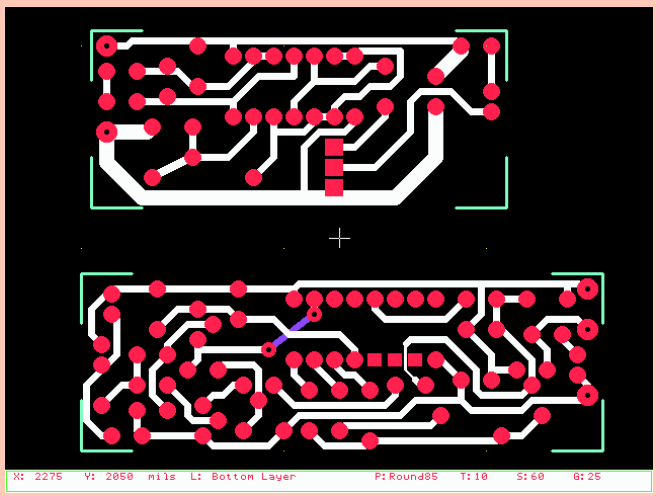
Pamiętaj, że jeśli Twoja płytka, wbrew moim zaleceniom, będzie mieć pełny obrys technologiczny wykonany ścieżką 10mil także w warstwie BottomLayer, wtedy musisz zwracać uwagę, żeby nie umieszczać elementów, ścieżek i punktów zbyt blisko krawędzi płytki, bo zostaną one zwarte tą ścieżką. Minimalny odstęp wynosi około 12 milsów, a przy obwodach sieci 220V - 150 milsów!

Innym ważnym zagadnieniem są punkty lutownicze przeznaczone do przylutowania przewodów. Masz do wyboru przynajmniej trzy możliwości. Najgorsza to wprowadzenie ich na płytkę poleceniem "F1". Program traktuje je jako wolne punkty i przy ich przesuwaniu dołączone ścieżki nie są przesuwane wraz z punktami. Lepszą możliwością jest wykorzystanie przelotek o odpowiedniej średnicy - wtedy ścieżki są przesuwane wraz z nimi - tę wersję zastosowałem na naszej płytce. Jeszcze inną interesującą opcją jest umieszczenie zarówno na schemacie ideowym, jak i na płytce elementów o nazwie PUNKT czy P. Ja mam element biblioteczny P - punkt o średnicy 100mil. Jednak to ostatnie rozwiązanie ma swoje złe i dobre strony. Dobre, bo przy korzystaniu z netlisty, program "pilnuje" także tych punktów. Natomiast nie jest to do końca naturalne, bo przecież nie są to oddzielne elementy, a jako takie pojawią się przy automatycznym tworzeniu listy elementów (zazwyczaj jest to polecenie, lub w przypadku pakietu Easytrax, oddzielny program o nazwie BOM.EXE - Bill Of Material).

Jeśli nie do końca zrozumałeś o co tu chodzi, nie przejmuj się - zacznij projektować własne płytki - szybko napotkasz problemy i wtedy z pełną świadomością skorzystasz z powyższych uwag.

Ostateczne prowadzenie ścieżek

Jeśli zdecydujesz się wreszcie na rozmieszczenie elementów i będziesz miał jasność, jak przebiegać mają ścieżki, kolejnym krokiem będzie ostateczne poprowadzenie ścieżek. Wykorzystasz w tym celu polecenia z menu MOVE, w szczególności rozkaz "M" "R", "M" "B" i "M" "D". Wyłącz więc warstwę Overlay, ustaw skok kursora równy 25mil i weź się do pracy. Na koniec ekran może wyglądać tak, jak na **rysunku 28**. Zauważ, na tym rysunku (i na innych moich płytkach) prawie wszystkie ścieżki są załamywane pod kątem 45°, a nie od razu pod kątem 90°. Nie jest to surowa zasada, tylko moje przyzwyczajenie. Wydaje mi się, że tak załamane ścieżki tworzą po prostu ładniejszy rysunek. Natomiast



zdecydowanie nie polecam Ci załamywania ścieżek pod kątem innym niż 45 lub 90º - niektóre stare fotoplotery mają kłopoty przy rysowaniu takich ukośnych ścieżek i zamiast gładkiej linii malują... schodki.

Dawniej, przy projektowaniu płytek dwustronnych (ściślej dwuwarstwowych) obowiązywała zasada, żeby wszystkie ścieżki na jednej stronie przebiegały równolegle do siebie. Jest to może i dobra zasada, ale ty nie musisz się nią specjalnie przejmować. Zalecenie to wynikało nie tylko ze względów estetycznych; dbano też, żeby przy lutowaniu na tzw. fali (czyli gdy taśma produkcyjna z płytkami przechodzi po powierzchni roztopionej cyny), ścieżki na stronie lutowania (BottomLayer), były równoległe do kierunku ruchu taśmy. Zapobiegało to w pewnym stopniu tworzeniu zwarć.

Wiem, że niekiedy, a może zawsze będziesz wiercił i malował płytki ręcznie. Nie stosuj wtedy za dużo ścieżek o szerokości 15mil, bo będziesz miał ogromne kłopoty z odręcznym narysowaniem ich na płytce. Możesz natomiast śmiało przeprowadzać ścieżkę między nóżkami układu scalonego - namalowanie tego nie jest wcale takie trudne.

Pamiętaj, że obraz na ekranie możesz bardzo powiększyć, ale potem będziesz musiał namalować to ręcznie; nie zapominaj, że 25 milsów to jedynie 0,635mm, a 5mil to 0,127mm.

Gdy więc będziesz wykonywał płytki ręcznie, zawsze pracuj ze skokiem kursora 25mil!

Jeśli Twoje płytki będą wykonywane w warsztacie produkcyjnym metodą sitodruku, wtedy być może na etapie ostatecznego trasowania ścieżek zajdzie potrzeba zmienić skok kursora na 5mil. Jest to potrzebne na przykład wtedy, gdy musisz przeprowadzić kilka ścieżek pod jakimś elementem. Wtedy jedynym wyjściem może być użycie ścieżek o szerokości 15mil i zostawienie między nimi odstępu o szerokości również 15mil. Niekiedy, żeby uzyskać odstępy izolacyjne między ścieżkami czy punktami nie mniejsze niż 12mil, trzeba przesunąć jakiś element o 5 lub 10 milsów (najczęściej warto przy tym zmienić opcję ciągnięcia ścieżek na “S” “O” “D” “AskForDrag” “esc”.

Tylko w takich nielicznych przypadkach, i to wyłącznie w ostatniej fazie projektowania, praca ze skokiem 5mil może być uzasadniona. Generalnie, za wszelką cenę unikaj skoku innego niż 25mil, bo później porządkowanie ścieżek po przesunięciu elementów będzie wymagać koszmarnie dużo pracy.

Na naszej płytce nie zastosowaliśmy pełnego obrysu w warstwie BoardLayer, i mogliśmy sobie pozwolić, żeby ścieżki przebiegały blisko krawędzi. Gdybu obrys był pełny należałoby na przykład przesunąć ścieżkę łączącą rezystor R5 z drugą nóżką układu U3, bowiem ścieżka ta przebiega zbyt blisko obrysu w warstwie Board Layer. Jednak ponieważ planujemy wiercić i malować płytki ręcznie, nie musimy tego poprawiać.

Przy projektowaniu płytek jednostronnych nie unikniesz zwór. Umówiliśmy się wcześniej, że zwory będziemy zaznaczać w warstwie TopLayer.

Mylisz się, jeśli uważasz że nie potrzeba zaznaczać zwór w warstwie TopLayer, a wystarczy zaznaczyć je w warstwie Overlay. Po pierwsze będzie to konieczne przy sprawdzaniu płytki, a po drugie - wyrabiaj sobie zdrowe przyzwyczajenia na przyszłość.

Zwory (i niezbędne przelotki) możesz wykonać na dwa sposoby. Albo przy korzystaniu z polecenia “F3”, rysując kolejne odcinki ścieżki zmienisz warstwę czynną z BottomLayer na TopLayer i z powrotem na BottomLayer. Musi być przy tym włączona opcja Via Mode Auto (“S” “O” “V” “enter” “esc”).

Albo, przy czynnej warstwie BottomLayer, umieścisz na ścieżce dwie przelotki (“P” “V”) i przeniesiesz odcinek ścieżki między nimi do warstwy TopLayer poleceniem “E” “T” wybierz ścieżkę “enter” “L” “T” “esc”. Takie przelotki powinny mieś średnicę 70mil, bowiem średnica 85mil nie jest dostępna.

Prowadzenie ścieżek i niezbędna kosmetyka z pewnością również zajmą sporo czasu; dla sprawdzenia, na koniec warto zobaczyć jak wyglądają same ścieżki, wyłączając dodatkowo warstwę Multilayer.

W Easytraxie musisz ścieżki poprowadzić ręcznie. W zaawansowanych programach teoretycznie mógłbyś wykorzystać do prowadzenia ścieżek autorouter, ustawiając odpowiednio jego parametry. Jednak mało który autorouter radzi sobie z płytkami jednostronnymi. A już na pewno nie pseudorouter Easytraxa. W Autotraxie uruchomisz autorouter poleceniem z menu NetList Route “N” “R”, określiwszy uprzednio warunki poleceniami LayerSetup, RouterSetup, SeparationSetup i VariableSetup.

Końcowa kontrola druku

Zaprojektowaną płytkę musisz jeszcze dokładnie sprawdzić. Nabieraj dobrych przyzwyczajeń - wykorzystaj netlistę.

Easytrax, choć nie ma możliwości wczytania netlisty, może takową wygenerować po podaniu polecenia Highlight MakeNetList (“H” “M” wpisz “IRED” “enter” “Y”). W katalogu c:\easytrax pojawi się zbiór ired.net. Możesz teraz wyjść z programu easyedit (nie zapomnij zapisać na dysk efektu pracy). Za pomocą dowolnego edytora tekstu obejrzyj i ewentualnie wydrukuj zbiór ired.net. Masz oto przed sobą prawdziwą netlistę! Zwróć uwagę na sposób zapisu czyli format.

Na początku zbioru w nawiasach kwadratowych zadeklarowano wszystkie występujące na płytce elementy. W pierwszej linii masz zawsze nazwę elementu (designator), w drugiej - nazwę użytego elementu bibliotecznego, a w trzeciej - wartość (comment). Pozostałe trzy linie są puste.

W dalszej części zbioru znajdziesz w nawiasach okrągłych właściwy spis połączeń.

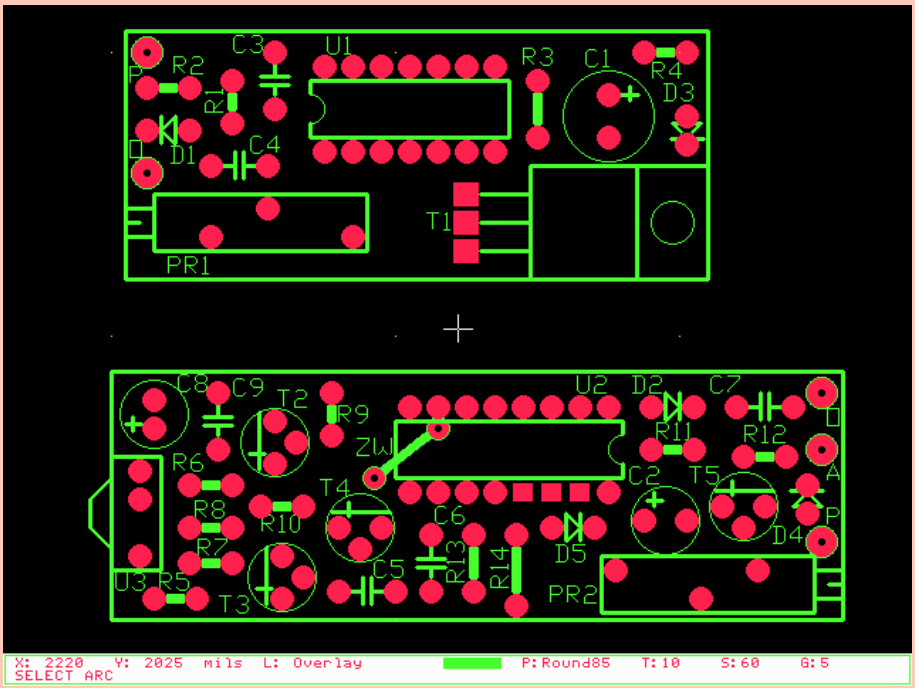
Możesz teraz porównać ten spis z netlistą, którą napisałeś “na piechotę” na początku pracy.

Niestety Easytrax nie ma możliwości automatycznego porównania dwóch netlist. Inne programy mają taką możliwość. Porównywanie dwóch list “na papierze” może wydać Ci się żmudne. Rzeczywiście, jest to bardzo dobra metoda, ale tylko wtedy, gdy program potrafi to zrobić automatycznie. Jeśli więc nie bardzo uśmiecha Ci się taka robota, możesz sprawdzić zgodność płytki z pierwotną netlistą w inny sposób.

Mianowicie projektując płytkę w programie easyedit, włącz wszystkie używane warstw, przełącz czynną warstwę na BottomLayer i wykorzystaj polecenie Highlight Net. Ustawiaj kursor nad kolejnymi ścieżkami i punktami lutowniczymi i wykonaj “H” “N” “enter”. Wszystkie połączone ścieżki (czyli jedna sieć) zostaną podświetlone. Możesz wtedy wzrokowo sprawdzić, czy wszystkie potrzebne punkty są połączone.

Drugą ważną sprawą są niezbędne odstępy izolacyjne między ścieżkami i punktami. Przy obecnych standardach wykonawczych metodą sitodruku, przyjmuje się zwykle minimalny odstęp równy 12mil, choć w zasadzie wystarczyłby odstęp 10mil. Niestety, w Easytraxie musisz ocenić to wzrokowo. Wyłącz więc warstwę Overlay, maksymalnie powiększ obraz i ustaw skok kursora równy 5mil. Przeglądaj teraz płytkę kawałek po kawałku i w ”podejrzanych” miejscach sprawdzaj kursorem, jaki jest odstęp. W razie potrzeby możesz jeszcze przesunąć element czy ścieżkę o 5, czy 10 milsów.

W Autotraxie ostateczną kontrolę zgodności dwóch netlist i kontrolę odstępów przeprowadza się automatycznie poleceniem NetList DesignRuleCheck (“N” “D” “nazwa_pierwszej_netlisty” “nazwa_zbioru_kontrolnegoDRC” “enter”), deklarując wcześniej minimalne odstępy poleceniem “N” “R” “S”, gdzie zazwyczaj



we wszystkich czterech liniach wpisuje się 12mil.

W katalogu c:\autotrax pojawi się zbiór zawierający wyniki sprawdzania z rozszerzeniem .DRC, który możesz obejrzeć z pomocą dowolnego edytora tekstu. W tym zbiorze kontrolnym spotkasz określenie *clearence error*, świadczące o zbyt małych odstępach izolacyjnych, oraz określenia *missing pin* czy *missing component* informujące o braku punktu lub elementu o podanej nazwie. Wypisane zostaną też wszelkie różnice między obiema netlistami. Wtedy należy dotąd wprowadzać poprawki, aż po kolejnym wykonaniu polecenia “N” “D”, zbiór kontrolny *.drc będzie pusty.

Oczywiście ten etap pracy najłatwiej jest przeprowadzać pod Windowsami, bo umożliwiają one łatwe przełączanie się między aplikacjami, choćby za pomocą kombinacji klawiszy Alt+Tab.

Jeśli sprawdzisz odstępy oraz zgodność ze schematem ideowym, pozostaje Ci tylko uporządkować opis w warstwie Overlay.

Porządkowanie warstwy opisu

Wyłącz warstwę BottomLayer, włącz Overlay, ustaw skok kursora równy 5mil i uporządkuj wszystkie napisy poleceniem “M” “S”. Jeśli to możliwe, ustaw napisy tak, żeby były widoczne także po wlutowaniu elementów - będzie to znakomitą pomocą przy ewentualnej naprawie.

Prawdopodobnie będziesz też musiał coś dopisać i dorysować. Oznacz punkty do wlutowania przewodów. Ja, jak na pewno zauważyłeś, stosuję do tego kolejne litery alfabetu, przy czym punkty o potencjale masy oznaczam zawsze literką O, a dodatni i ujemny biegun zasilania literami P i N.

Koniecznie w warstwie opisu Overlay zaznacz zwory - zrób to ścieżką szerokości 10 lub 30mil. Pamiętaj, żeby opis nie był umieszczony nad otworami, bo potem przy produkcji metodą sitodruku utrudni to naniesienie farby.

Dobrym zwyczajem jest umieszczenie okręgów nad punktami przeznaczonymi do wlutowania przewodów i zwór - znakomicie ułatwia to montaż. Po uporządkowaniu opis może wyglądać jak na **rysunku 29**.

Gdy uporządkujesz opis, twoja płytka jest w zasadzie gotowa do produkcji.

Powielanie

W praktyce, aby wykonać klisze do naświetlenia sita, pojedynczą małą płytkę trzeba zazwyczaj “rozmnożyć”. W Easytraxie (lub Autotraxie) można to wykonać po zaprojektowaniu płytki, otwierając nowy arkusz i korzystając z polecenia Block Read (“B” “R”). Nie można tego natomiast zrobić poleceniem Block Copy (“B” “C”), bo kolejno powielone płytki będą mieć rosnącą numerację elementów.

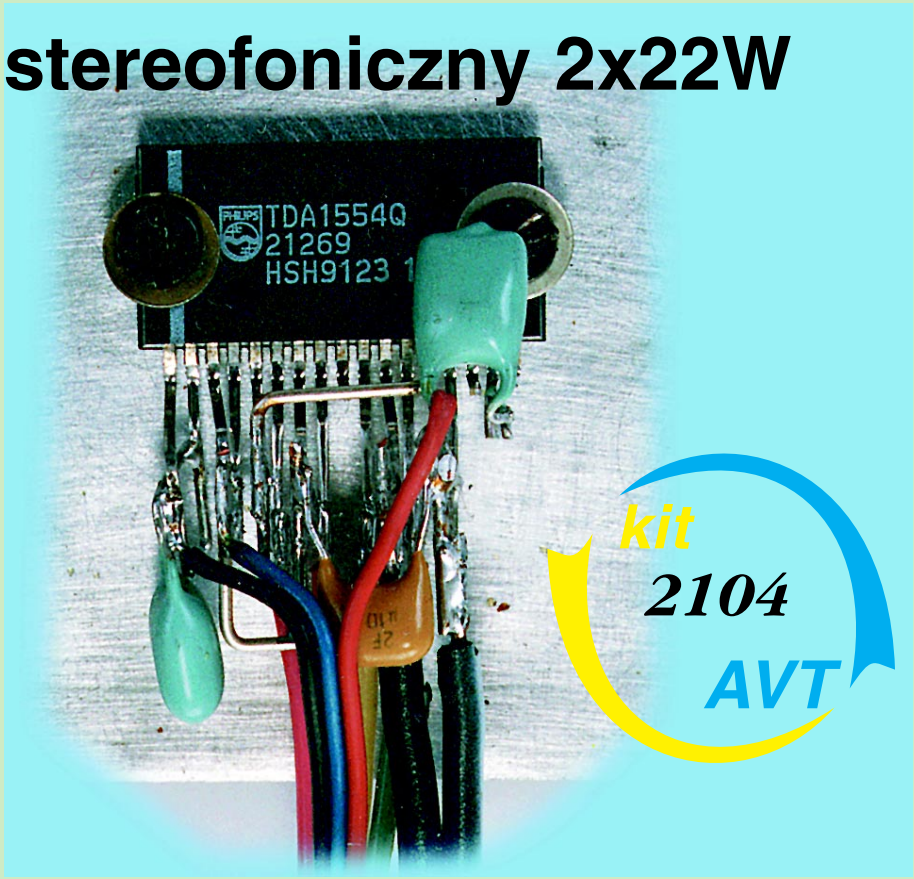
Przy takim rozmnażaniu trzeba też zachować niezbędne odstępy między poszczególnymi płytkami, zależnie od tego, czy będą potem cięte na gilotynie, czy piłą. Trzeba też umieścić tak zwane punkty bazowe.

Te szczegóły należy dokładnie uzgodnić z wytwórcą płytek.

Na koniec pozostaje tylko skorzystać z programu easyplot i wykonać niezbędną dokumentację produkcyjną. Zajmiemy się tym w następnym odcinku.

Piotr Górecki

Wzmacniacz stereofoniczny 2x22W z układem TDA1554



Właściwości

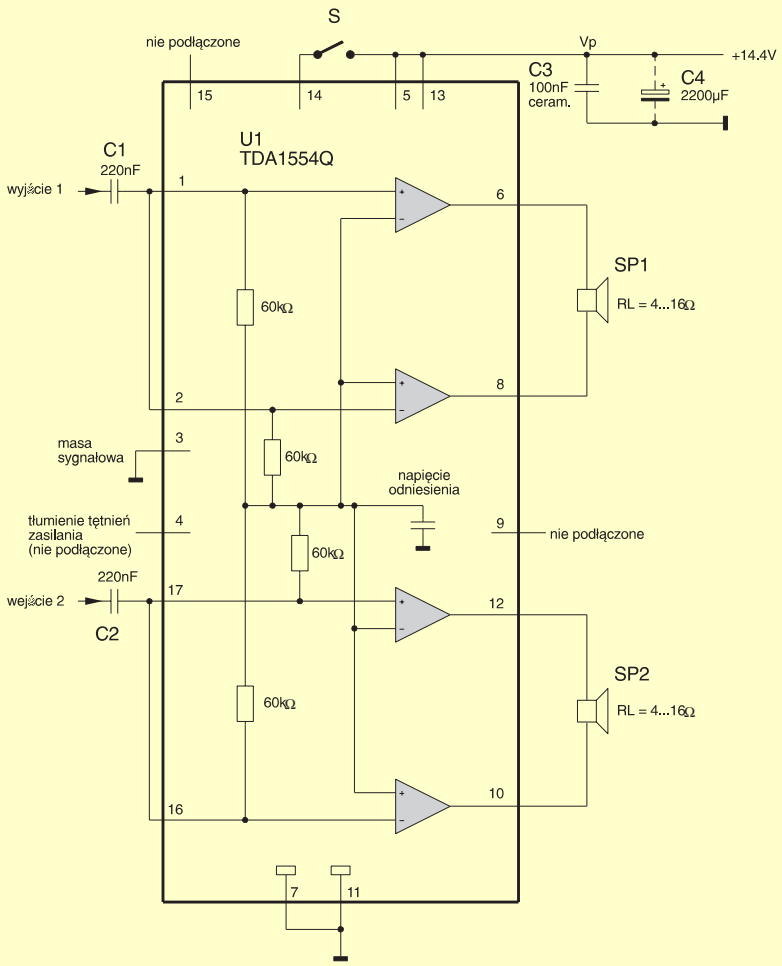
- Duża moc wyjściowa przy niewielkim napięciu zasilającym uzyskana dzięki pracy wzmacniaczy w układzie mostkowym.
- Zasilanie z akumulatora lub zasilacza sieciowego.
- Bardzo prosta konstrukcja nie wymaga stosowania płytki drukowanej.
- Współpraca z głośnikami 2x4W lub 2x8W.

Do czego to służy?

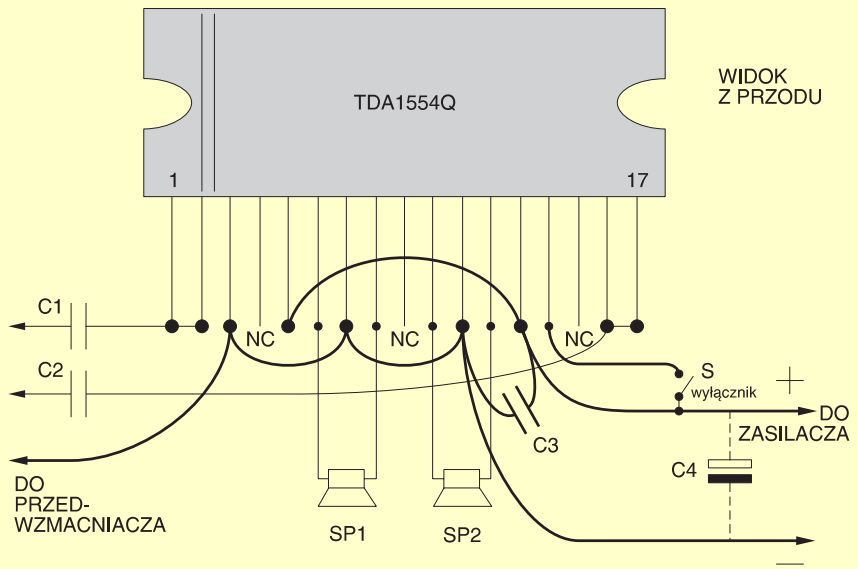
W praktyce elektronika często zachodzi potrzeba wykonania wzmacniacza o mocy kilku...kilkunastu watów. Nie zawsze zbudowanie wzmacniacza jest celem samym w sobie. Niekiedy chodzi o zastąpienie w fabrycznym sprzęcie uszkodzonego starego wzmacniacza na tranzystorach, szkoda bowiem czasu na grzebanie się w starociach. Kiedy indziej trzeba zrobić "dopałkę" do istniejącego wzmacniacza małej mocy, choćby do karty komputerowej czy starego radia samochodowego.

Najważniejsze parametry układu TDA1554Q:

- Zakres roboczego napięcia zasilającego: 6...18V
- Prąd spoczynkowy: typ. 80mA, max 160mA
- Prąd w stanie "uśpienia" (U_{14}=0V): typ. 0,1µA
- W zależności od napięcia zasilającego, impedancji obciążenia i zastosowanego radiatora można uzyskać moc użyteczną od kilku do ponad 2x25W.



Rys. 1. Schemat aplikacyjny (wersja mostkowa) układu TDA1554Q.



Rys. 2. Schemat montażowy.

WYKAZ ELEMENTÓW

Kondensatory

C1, C2: 220nF
C3: 100nF ceramiczny
C4: 2200µF (opcja)

Półprzewodniki

U1: TDA1554Q

Różne

S: wyłącznik jednobiegunowy

Jak to działa?

Układ jest przeznaczony w pierwszym rzędzie do zasilania z akumulatora samochodowego, możliwe jest też użycie zasilacza sieciowego o odpowiedniej mocy.

Na **rysunku 1** pokazano schemat aplikacyjny ukladu TDA1554Q pracującego w układzie mostkowym (ang. BTL). Dzięki temu możliwe jest osiągnięcie znacznej mocy przy niewielkim napięciu zasilającym.

Układ posiada wbudowane zabezpieczenia przeciwzwarciowe i termiczne.

Kostka, jak wszystkie układy "samochodowe" jest wyposażona w końcówkę MUTE/STANDBY (n. 14). Wielkość napięcia napięcia na tej końcówce decyduje o stanie układu. Przy napięciu na tej końcówce w zakresie 0...2V układ jest wyłączony - pobiera ze źródła zasilania prąd rzędu mikroamperów. Przy zwarciu do plusa zasilania układ pracuje normalnie, a przy napięciach rzędu 4...5V układ jest przygotowany do pracy ale nie przepuszcza sygnału (MUTE).

W typowym układzie pracy kostka cały czas jest pod napięciem, a do jej włączania stosuje się niewielki wyłącznik w obwodzie nóżki 14.

Według danych katalogowych przy zasilaniu napięciem 14,4V i obciążeniu 2x4W można uzyskać moc wyjściową 2x22W przy zniekształceniach 10%. Pobór prądu wynosi przy tym ponad 5A.

W zastosowaniach innych niż samochodowe stosuje się powszechnie obciążenie 8W. Przy takim obciążeniu moc wyjściowa będzie o około 40% mniejsza, ale mniejsze będą też straty mocy (grzanie) i wystarczy zastosować niewielki radiator z kawałka blachy. Taki radiator można wykonać z blachy aluminiowej o grubości 2...3mm i powierzchni około 70cm^2.

W przypadku zasilania napięciem wyższym niż napięcie akumulatora samochodowego *należy pamiętać o wewnętrznym obwodzie zabezpieczającym, który wyłącza wzmacniacz gdy napięcie zasilające przekroczy 18V.* Może to być przyczyną przykrych niespodzianek przy zasilaniu z niestabilizowanego zasilacza sieciowego. W stanie spoczynku, gdy napięcie zasilania przekroczy 18V, układ wyłączy się i po prostu nie będzie wzmacniał podawanego sygnału - zachowa się jakby był uszkodzony. Po obniżeniu napięcia zasilającego znów będzie pracował normalnie.

Uwaga! Jeśli napięcie zasilające przekroczy 18V, wbudowane zabezpieczenie wyłączy układ. Po obniżeniu napięcia zasilającego wzmacniacz znów będzie pracował normalnie.

Montaż i uruchomienie

Montaż wzmacniacza z układem TDA1554Q nie powinien nastręczyć żadnych trudności. Pomocą będzie rysunek 2. Należy zwrócić uwagę na sposób prowadzenia masy i miejsca dołączenia przewodów zasilających i masy przedwzmacniacza (sygnałowej). Jest to bardzo ważna sprawa we wszelkich wzmacniaczach mocy. Błędne połączenie masy może spowodować samowzbudzenie. Przy wykonywaniu modelu nie wystąpiły jakiekolwiek trudności.

W modelu nie zmontowano kondensatora C4.

Bezpośrednio na koncówkach układu scalonego zmontowano tylko kondensator C3 zabezpieczający przed samowzbudzeniem.

Przy zasilaniu z akumulatora, kondensator C4 o pojemności 2200µF należy stosować w przypadku, gdy wzmacniacz nie jest umieszczony bezpośrednio przy akumulatorze.

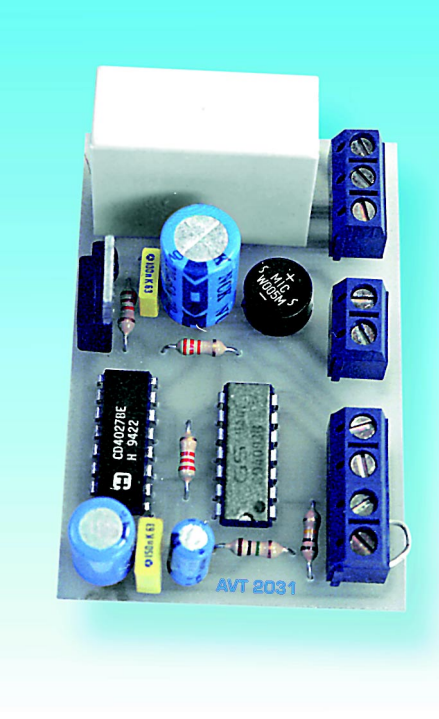
Przy zasilaczu sieciowym pojemność tę stanowić będzie kondensator filtru zasilacza. Ponieważ pobór prądu w szczytach wysterowania jest rzędu kilku amperów należy zastosować większe pojemności, około 6800...10000µF lub więcej. Kondensator filtrujący (C4) powinien być umieszczony blisko układu scalonego. Solidne lutowanie i zamocowanie wszystkich części ma szczególne znaczenie w urządzeniach narażonych na wstrząsy, np. w samochodzie.

Stosując zasilacz niestabilizowany należy oczekiwać, że przy obciążeniu 2x8W moc wyjściowa będzie rzędu 2x10...15W zależnie od parametrów użytego zasilacza.

Piotr Górecki

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2104.

Automatyczny włącznik oświetlenia

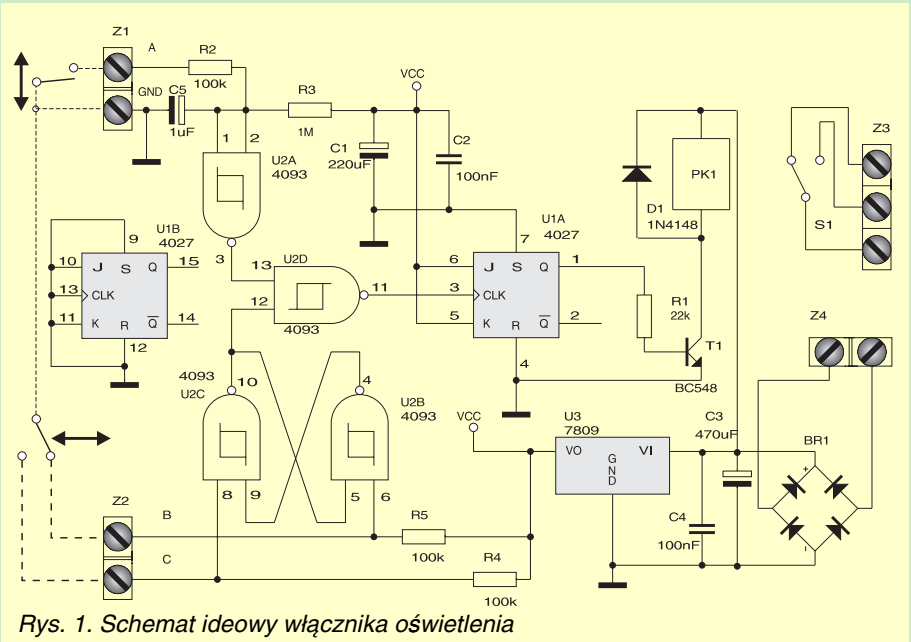


kit 2031 AVT

Do czego to służy?

Odpowiedź jest prosta: proponowane urządzenie służy jednej z najpiękniejszych cech człowieka - lenistwu. No, może nie najpiękniejszej, ale z pewnością cechy najbardziej pobudzającej człowieka do twórczego działania. Zastanówmy się - przecież historia większości ważnych dla rozwoju cywilizacji odkryć rozpoczynała się od tego, ze komuś się czegoś nie chciało robić. Komuś nie chciało się nosić na plecach ciężarów i... wynalazł koło. Jeszcze bardziej leniwi ludzie doprowadzili do wynalezienia kolei żelaznych, samochodów, komputerów i innych "dobrodziejstw" jakimi obsypuje nas cywilizacja końca XX wieku. Ostatnio, w dobie wszechwładnie panujących komputerów, lenistwo przejawia się w nieco innej postaci niż dawniej: zamiast "Co tu zrobić aby nic nie robić?" przyjęliśmy nową dewizę: "Co tu wymyśleć, aby nie myśleć?"

Wracajmy jednak do naszego urządzenia, które - jak powiedziano - jest objawem krańcowego wręcz lenistwa i przeznaczone jest dla osób, którym nie chce się nawet zapalić światła w łazience czy toalecie. Podstawową, choć nie jedyną funkcją proponowanego układu jest automatyczne zapalanie i gaszenie światła w pomieszczeniu. Zasada działania urządzenia jest następująca: pierwszy impuls odebrany przez układ włącza dowolne urządzenie elektryczne, drugi je wyłącza. Impulsy sterujące pracą włącznika mogą pochodzić np. z czujnika kontaktronowego umieszczonego w drzwiach. Tak więc rodzaj pomieszczeń, w których włącznik może znaleźć zastosowanie jest ściśle określony: są to pomieszczenia, do których drzwi są stale zamknięte, w których może przebywać w danym momencie tylko jedna osoba, zamykająca drzwi za sobą. W każdym mieszkaniu czy domu znajdziemy przynajmniej dwa takie pomieszczenia: łazienkę i toaletę.



Rys. 1. Schemat ideowy włącznika oświetlenia

Jak to działa?

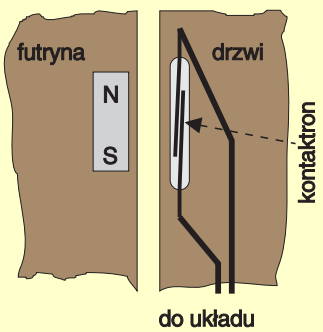
Schemat elektryczny włącznika pokazany został na **rysunku 1**. Układ jest bardzo prosty i zrozumienie jego działania nie sprawi nikomu większych trudności.

Na schemacie układu od razu można wyodrębnić dwa podstawowe bloki funkcjonalne: pracujący jako dwójka licząca przerzutnik J-K czyli połówkę układu U1 i rozbudowany układ wejściowy zrealizowany na bramkach NAND z histerezą. Pozostałe fragmenty układu: zasilacz i układ wykonawczy z przekaźnikiem PK1 są trywialnie skonstruowane i wystarczy wspomnieć o ich istnieniu, bez wdawania się w szczegółowy opis.

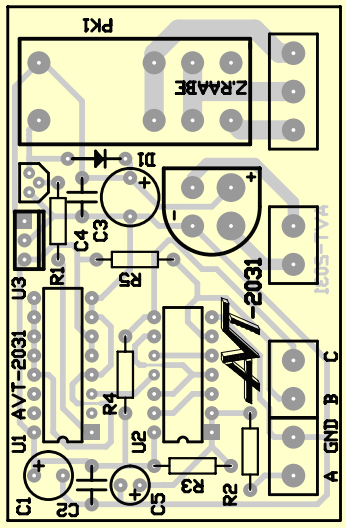
Najważniejszą częścią układu jest bez wątpienia przerzutnik J-K - U1A. Jak wiadomo, podstawową funkcją tego elementu jest przenoszenie stanów logicznych z jego wejść J i K na wyjścia Q i Q\ w momencie przejścia dodatniego zbocza impulsu zegarowego, podanego na wejście CLK. Stan przerzutnika może się zmienić tylko w momencie przejścia zbocza impulsu zegarowego, a więc w bardzo krótkim okresie. Przez pozostały czas przerzutnik jest całkowicie niewrażliwy na zmiany stanu na jego wejściach, w tym na ewentualne zakłócenia czy błędne sygnały.

My jednak wykorzystamy jego inną, ciekawą właściwość. Jeżeli bowiem na obydwu wejściach przerzutnika J-K ustawimy na stałe stan wysoki, to każde kolejne zbocze impulsów zegarowych będzie zmieniać jego stan na przeciwny. Połączone z dowolnym z wyjść przerzutnika urządzenie wykonawcze będzie cyklicznie włączać i wyłączać sterowane urządzenie po każdym impulsie zegarowym. W tym momencie dalsze projektowanie układu mogłoby wydawać się bardzo proste: po prostu należy podłączyć do wejścia zegarowego przerzutnika jakiś styk, na przykład kontaktron umocowany w futrynie drzwi i gotowe! Niestety, nie jest to takie proste. Kiedy włączamy przełącznikiem mechanicznym jakieś urządzenie elektryczne, to

wydaje się nam, że zostało ono włączone natychmiast, w jednym momencie. Tymczasem w większości przypadków nie jest to prawda. Prawie każde styki mechaniczne w czasie ich włączania wykonują szereg drgań, włączając i rozłączając sterowany obwód elektryczny. W przypadku instalacji elektrotechnicznych zjawisko to powoduje przedwczesne zużywanie się styków i generacje zakłóceń radioelektrycznych. Natomiast w przypadku układu cyfrowego może ono spowodować całkowicie błędne działanie układu. Tak więc próba użycia w naszym układzie kontaktronu lub innego styku mechanicznego z cała pewnością zakończyłaby się niepowodzeniem. Zamiast jednego impulsu na wejście przerzutnika docierałoby ich kilka, kilkanaście czy nawet kilkaset. Jak poradzić sobie z tym problemem? Jednym z możliwych rozwiązań jest układ najprostszego przerzutnika typu R-S, zrealizowany na bramkach NAND U2B i U2C. Obydwa wejścia przerzutnika znajdują się stale w stanie wysokim, wymuszonym przez dołączone do plusa zasilania rezystory R4 i R5. Załóżmy, że na wyjściu U2B panuje stan niski. Podanie impulsu ujemnego na wejście B układu spowoduje natychmiastową zmianę stanu przerzutnika i na wyjściu U2B pojawi się trwały stan wysoki. Dalsze podawanie impulsów ujemnych na wejście B niczego już nie zmienia, ewentualne drgania styków są przez układ ignorowane. Jeżeli teraz stan niski pojawi się na wejściu C układu, to nastąpi kolejna zmiana stanu przerzutnika R-S a impuls z jego wyjścia zostanie za pośrednictwem bramki U2D przekazany na wejście zegarowe przerzutnika U1A, który zmieni swój stan na przeciwny. Zastosowanie opisanego rozwiązania całkowicie niweluje skutki odbijania styków i jest absolutnie pewne w działaniu. Jak jednak każde rozwiązanie ma ono swoją wadę, którą jest konieczność zastosowania przełącznika trójstykowego. Jeżeli nasz układ będziemy stosować jako automatyczny włącznik oświetlenia, to najbardziej odpowiednim typem czujnika wydaje się być kontaktron zamocowany w futrynie drzwi i uaktywniany magnesem znajdującym się w drzwiach. Zasadę konstrukcji takiego czujnika przedstawie **rysunek 2**.



Rys. 2. Konstrukcja czujnika kontaktronowego



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

Zdobycie kontaktronu ze stykami przełączanymi może być trudne, mimo że takie kontaktrony są produkowane. Nie martwmy się jednak, pozostała nam przecież jeszcze jedna wolna bramka i z niej zbudujemy drugi układ wejściowy do naszego urządzenia, zwiększając jego uniwersalność. Wejście A układu jest przystosowane do współpracy z dowolnym przełącznikiem: kontaktronem, matą naciskową czy też wyjściem czujnika alarmowego. Załóżmy, że stanem spoczynkowym dla tego wejścia jest stan wysoki. Jeżeli teraz zewrzemy to wejście z masą, to kondensator C5 zacznie się rozładowywać poprzez rezystor R2. Kiedy wartość napięcia na kondensatorze osiągnie nieco mniej niż połowę wartości napięcia zasilania nastąpi przełączenie bramki U2A. Ponieważ bramka ta zawiera w sobie przerzutnik Schmitta, jakiekolwiek drgania styków nie mogą mieć wpływu na pracę układu. Po rozłączeniu wejścia A z masą kondensator C5 zacznie się ładować poprzez rezystor R3 i po osiągnięciu napięcia większego niż połowa napięcia zasilania na wyjściu bramki U2A pojawi się stan niski. Impulsy z wyjścia U2A są przekazywane za pośrednictwem bramki U2D na wejście zegarowe przerzutnika U1.

Tak więc wykorzystując zaledwie jedną kostkę, zawierającą cztery bramki logiczne, zaprojektowaliśmy układ w pełni uniwersalny, mogący współpracować z dowolnym typem czujnika. Zauważmy, że układ nasz ma jeszcze jedną ciekawą właściwość: wejście przeznaczone do współpracy z przełącznikiem trójstykowym jest aktywne tylko w sytuacji kiedy drugie wejście jest zwarte do masy i bramka U2D jest otwarta przez trwałe podanie stanu wysokiego z wyjścia bramki U2A. Z kolei wejście zrealizowane na tej bramce jest aktywne tylko wtedy, kiedy na wyjściu U2B ustawimy trwały stan wysoki, najlepiej zwierając wejście C do masy. Te właściwości możemy wykorzystać do ewentualnej rozbudowy sterowania urządzeniem, np. instalując dodatkowy obwód zezwalający na pracę układu.

Urządzenie zostało wyposażone we własny prostownik (BR1) i stabilizator napięcia zrealizowany na układzie U3 - 7809. Do wejścia Z4 musimy dołączyć napięcie zmienne o wartości ok. 8V lub stałe ok. 12V.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory
R1: 22k
R2, R4, R5: 100k
R3: 1M

Kondensatory
C1: 220µF/16V
C2, C4: 100nF
C3: 470µF/16V
C5: 1µF/16V

Półprzewodniki
BR1: Mostek prostowniczy małej mocy (np. 50V, 1A)
D1: 1N4148 lub odpowiednik
T1: BC548 lub odpowiednik
U1: CMOS 4027
U2: CMOS 4093
U3: 7809

Różne
Z1, Z2, Z4: ARK2
Z3: ARK3
PK1: przekaźnik typu RM82-P 12V
Obudowa typu KM-31

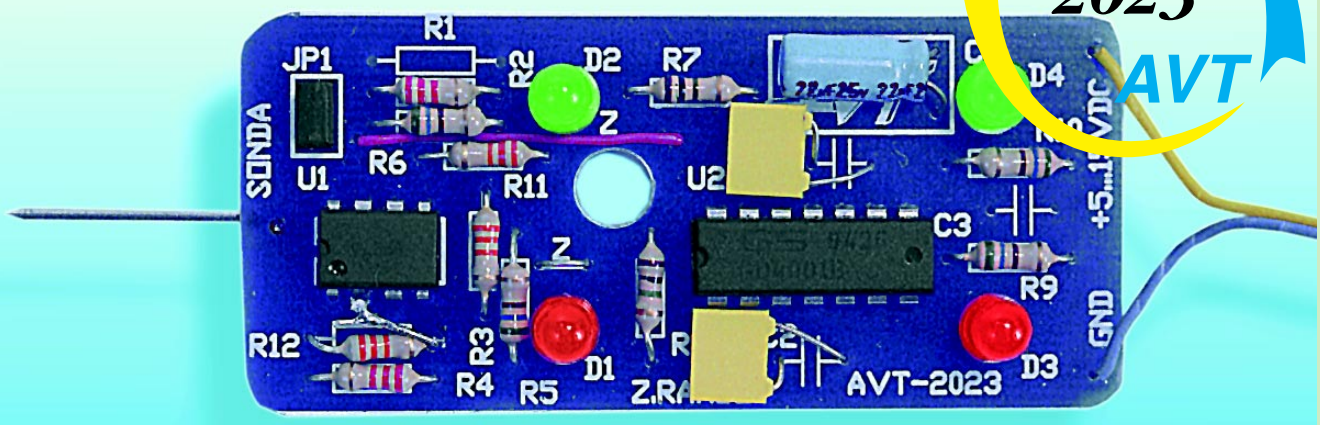
Montaż i uruchomienie

Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej pokazano na **rysunku 3**. Montaż wykonujemy w sposób tradycyjny, rozpoczynając od rezystorów i diody a kończąc na elementach o największych gabarytach. Pod układy scalone zaleca się zastosować podstawki. Po zmontowaniu układ nie wymaga uruchamiania ani regulacji.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2031.

Próbnik stanów logicznych CMOS-TTL



Do czego to służy?

Jednym z podstawowych przyrządów w pracowni elektronika zajmującego się piękną techniką cyfrową jest niewątpliwie próbnik stanów logicznych. Jak bowiem wiadomo, napięcie występujące na wyjściach i wejściach układów cyfrowych najczęściej nas nie interesuje, a ważny jest jedynie ich stan logiczny: wysoki (1) lub niski (0). Kolejną funkcją spełnianą przez dobry próbnik stanów logicznych jest wykrywanie pojedynczych krótkich impulsów, które pojawiają się w badanym układzie. Impulsy takie są niekiedy tak krótkie, że wykrycie ich za pomocą dołączonego do badanego układu miernika jest niemożliwe. Takie krótkie impulsy mogą być generowane nie tylko zgodnie z zamiarami konstruktora, ale także mogą powstawać na skutek błędu projektowego lub montażowego i ich zlokalizowanie może być sprawą bardzo ważną.

Próbniki stanów logicznych były wielokrotnie opisywane w literaturze przeznaczonej dla elektroników, w tym także w EP i EdW. Były to jednak zawsze próbniki dostosowane do badania układów TTL.

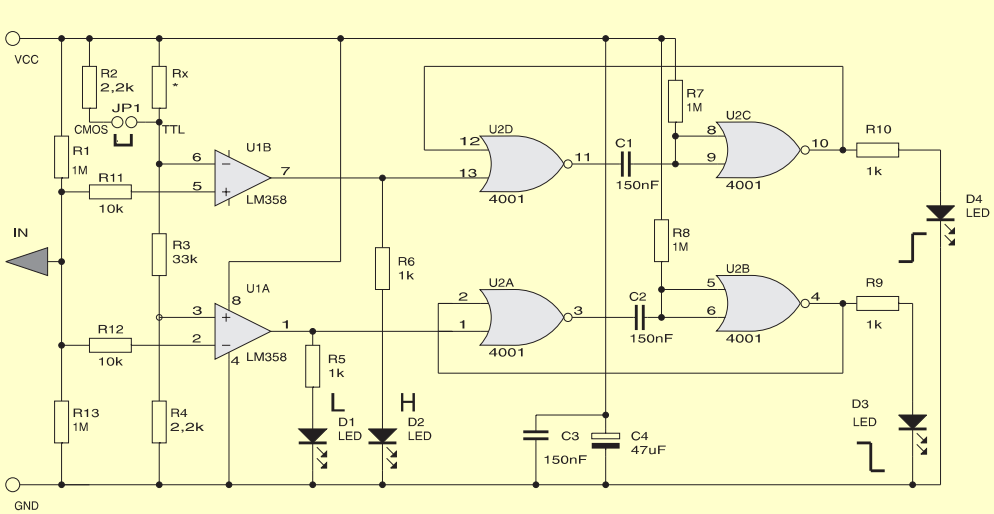
Opisywane wielokrotnie próbniki TTL nie nadają się do pracy z układami CMOS. Powody tego są następujące:

1. Układy TTL pracują jedynie przy napięciu 5V, a CMOS działają poprawnie od napięcia 3V (niekiedy nawet mniejszego) do różnie podawanego przez producentów napięcia maksymalnego - 15...22V. Tak więc próbnik zasilany wyłącznie napięciem 5V w wielu przypadkach okaże się nieprzydatny.
2. W standarcie TTL za poziom wysoki przyjmujemy napięcie ok. 3,6V a za niski ok. 0,2V. W technice CMOS stanem wysokim jest napięcie praktycznie równe napięciu zasilania, a stanem niskim 0V.
3. Wiele próbników TTL przystosowanych jest do relatywnie dużych prądów, jakie możemy pobierać z wyjść tych układów. Próbniki takie nie zostałyby prawidłowo wysterowane z wyjść układów CMOS.

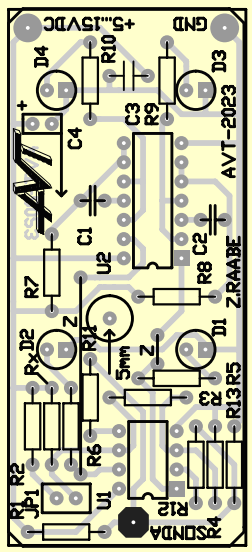
Tak więc koniecznością chwili stało się opracowanie próbnika stanów logicznych kompatybilnego ze standardem CMOS.

Jak to działa?

Schemat elektryczny próbnika przedstawiony został na **rysunku 1**. Układ został zaprojektowany z wykorzystaniem



Rys. 1. Schemat ideowy próbnika.



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce.

zaledwie dwóch układów scalonych: podwójnego wzmacniacza operacyjnego LM358 i kostki 4001 CMOS zawierającej w swojej strukturze cztery bramki logiczne NOR.

Fragment układu ze wzmacniaczem operacyjnym pełni w urządzeniu najważniejszą rolę: jest detektorem poziomu napięcia na wejściu WE, natomiast dwa generatory monostabilne zbudowane z bramek U2A...U2D pełnią rolę pomocniczą, "przedłużając" krótkie impulsy występujące w układzie, a tym samym pozwalając na ich wizualizację za pomocą diod LED.

Wzmacniacze operacyjne pracują w naszym próbniku jako komparatory napięcia, z otwartą pętlą sprzężenia zwrotnego. Ich wejścia zostały połączone ze sobą w taki sposób, że jeden wzmacniacz sygnalizuje przekroczenie pewnego poziomu napięcia, a drugi spadek napięcia poniżej zadanego poziomu. Napięcia odniesienia wyznaczane są przez układ z rezystorami R2, R3, R4.

Z wartościami tych rezystorów podanymi na schemacie poziomy napięć odniesienia wynoszą 0,58V (n. 3) oraz 9,41V (n. 6). Jak widać, nasz układ spełnia "z zapasem" normy standardu CMOS, jako stan 0 przyjmując napięcie niższe od ok. 0,6 V (oczywiście przy zasilaniu 10V), a za stan wysoki napięcie wyższe od ok. 9,4V. Ściśle biorąc, dla układów CMOS serii 4000 częściej przyjmuje się progi 30% i 70%. Próbnik powinien być zasilany z badanego układu, aby przyjęte poziomu logiczne zgadzały się z rzeczywistością. Poziomy tych napięć możemy zupełnie dowolnie kształtować dobierając wartości rezystorów R2...R4.

Tak więc, jeżeli w badanym punkcie układu występuje stan logiczny 0 to na wyjściu komparatora U1A pojawi się stan wysoki. Z kolei, jeżeli na wejściu próbnika pojawi się stan wysoki, to taki sam stan zaobserwujemy na wyjściu wzmacniacza operacyjnego U1B. W każdym innym wypadku na wyjściach komparatorów jest stan niski i dołączone do nich diody LED nie palą się. Także w przypadku kiedy wejście próbnika nie jest do niczego dołączone nie świeci się żadna z diod. Spowodowane jest to dołączeniem do wejścia układu rezystorów R1 i R13, ustawiających w takim wypadku na wejściu próbnika napięcie równe połowie napięcia zasilania. Tu na marginesie jedna uwaga: w przypadku dołączenia do wyjścia układu CMOS większego obciążenia, napięcie wyjściowe może się radykalnie zmienić. Np. przy obciążeniu bramki CMOS diodą LED bez rezystora szeregowego (co w układach zbudowanych na CMOSach jest całkowicie dopuszczalne), napięcie na wyjściu takiej bramki będzie dokładnie równe napięciu przewodzenia zastosowanej diody.

Jak już wspomniano, w próbniku zastosowano dwa generatory monostabilne, umożliwiające obserwację bardzo krótkich impulsów. Pojawienie się, choćby na krótki moment stanu wysokiego na wejściu tych generatorów spowoduje wygenerowanie na ich wyjściach dodatniego impulsu o czasie trwania określonym rezystancjami R7 i R8 i pojemnościami C1 i C2. Z wartościami tych elementów podanymi na schemacie czas trwania tych impulsów będzie wynosił ok. 0,5 sek, co wydaje się być czasem zupełnie wystarczającym do ich zauważenia. Zwróćmy jednak uwagę, że zastosowanie w stropniu wyjściowy, stosunkowo wolnych kostek LM358 powoduje, że układ reaguje na impulsy o czasach trwania minimum 1...3µs, a ignoruje impulsy krótsze.

Pozostała jeszcze do omówienia sprawa widocznego na schemacie jumpera i tajemniczego rezystora Rx. Są to elementy opcjonalne, mogące nieco rozszerzyć zastosowania urządzenia. Otóż, próbnik nasz możemy wykonać także w wersji uniwersalnej CMOS - TTL. W wersji wyłącznie CMOS, jumper JP1 jest na stałe zwarty i żadnego rezystora Rx nie musimy używać. Jeżeli jednak będziemy chcieli mieć urządzenie uniwersalne, to musimy odpowiednio dobrać rezystor Rx i zmienić wartość R2, a potem jumperem zmieniać standardy pracy z CMOS na TTL. Obliczenie rezystora Rx pozostawiamy Czytelnikom.

Montaż i uruchomienie

Montaż tak prostego układu nie nastręczy chyba nikomu większych trudności. Rozmieszczenie elementów na płytce przedstawia **rysunek 3**.

Płytka została bardzo dokładnie zwymiarowana pod określony typ obudowy przeznaczonej w zasadzie do pilotów alarmów, jednak nadającej się idealnie także do naszego celu. Aby płytkę dokładnie dopasować do obudowy musimy ukośnie spiłować jej rogi, zgodnie z obrysem zaznaczonym na stronie opisowej. Wielu Czytelników zauważyło już dziwacznie umieszczone i mogłoby się wydawać że do niczego nie potrzebne otworki pomiędzy nóżkami diod LED i jumpera. Nie, to nie pomyłka projektanta: za chwilę okaże się, jak bardzo te otworki okażą się potrzebne. Bez nich wywiercenie otworów w obudowie tak, aby pasowały idealnie do wlutowanych w płytkę diod LED byłoby bardzo trudne. A tak sprawa jest banalnie prosta: przed wlutowaniem czegokolwiek w płytkę wkładamy ją do obudowy, oczywiście "twarzą w dół", tak aby widoczna była strona lutownicza. Następnie poprzez dodatkowe otworki w płytce przewiercamy obudowę wiertłem 0.8mm Jeżeli takiego wiertła nie posiadamy, to możemy napunktować otwory w obudowie przy pomocy igły krawieckiej lub innego podobnego narzędzia. Po wyjęciu płytki rozwiercamy wykonane otwory do wymaganej średnicy: 5mm dla diod i ok. 6...7 mm dla jumpera. Jeżeli nasz próbnik będziemy wykorzystywali tylko do badania układów CMOS, to otworu pod jumper nie musimy wykonywać. Wykorzystaną jako matrycę płytkę montujemy następnie zgodnie z przyjętymi zasadami, rozpoczynając od wlutowania zworek zaznaczonych na stronie opisowej kreską i literą Z.

Jeszcze jedno: diody LED musimy wlutować w płytkę "na styk" i jest to kolejne małe odstępstwo od reguł montażu. Jeżeli jednak diody wlutujemy szybko i pewnie, dobrze nagrzaną i uprzednio oczyszczoną lutownicą, to elementy te na pewno nie ulegną przegrzaniu.

Grot sondy wykonujemy z odcinka drutu o średnicy ok. 1,5...2mm, zaostrzonego na końcu. Możemy do tego celu wykorzystać także grubą igłę krawiecką. Ostatnią czynnością przed zamontowaniem płytki w obudowie będzie przylutowanie do niej przewodów zasilających. Dobrym rozwiązaniem może być zakończenie tych przewodów tzw. chwytakami teletechnicznymi, co pozwoli na łatwe dołączanie zasilania z badanego układu.

Zbigniew Raabe

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory
R1, R7, R8, R13: 1MW
R2, R4: 2,2kW
R3: 33kW
R5, R6, R9, R10: 560W...1kW
R11, R12: 10kW

Kondensatory
C1, C2, C3: 150nF
C4: 47µF/16V

Półprzewodniki
D1, D3: diody LED f5 zielone
D2, D4: diody LED f5 czerwone
U1: LM358
U2: CMOS 4001

Różne
JP1: podwójny goldpin z jumperem
Obudowa typu KM 14

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2023.

Linijka świetlna

Do czego to służy?

Układy służące generowaniu ciekawych efektów świetlnych zawsze cieszyły się, a należy przypuszczać, że cieszą się nadal, wielkim zainteresowaniem Czytelników. Proponowany układ wytwarza efekt "rozbiegania się" dwóch promieni świetlnych. Dzięki prostej i zwartej konstrukcji mechanicznej urządzenie można zastosować do dekoracji samochodu w stylu amerykańskich ciężarówek. Nasze urządzenie może znaleźć zastosowanie także do wykonywania wszelkiego rodzaju reklam świetlnych i dekoracji. Nazwa zawarta w tytule artykułu nie jest zbyt ścisła: z naszej linijki będziemy mogli bowiem tworzyć także wieloramienne gwiazdy lub inne figury geometryczne.

Jak to działa?

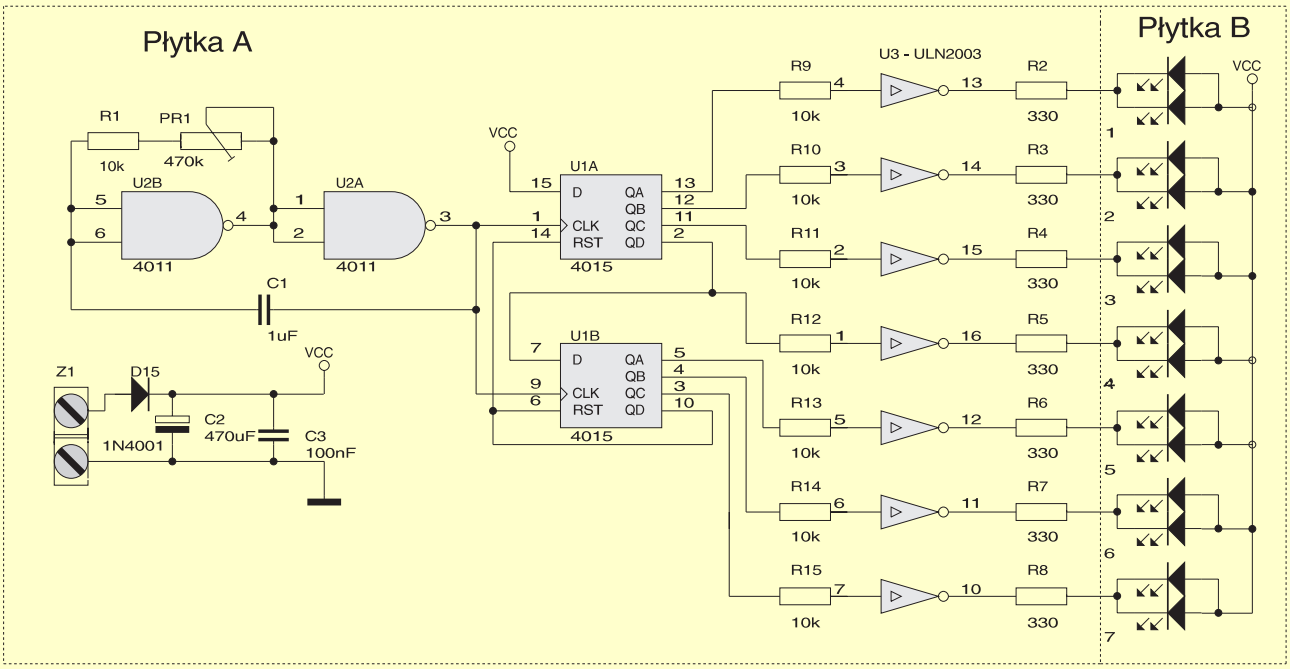
Schemat elektryczny urządzenia przedstawiony został na **rys. 1**. Jak widać, układ do skomplikowanych nie należy: trzy układy scalone i trochę elementów dyskretnych. Zrozumienie zasady jego działania także nie będzie trudne.

Dla ułatwienia analizy pracy układu podzielimy go na trzy funkcjonalnie różne części: generator taktujący, układ realizujący funkcję "rosnącej" linijki świetlnej i część wykonawczą, sterującą czternastoma LEDami.

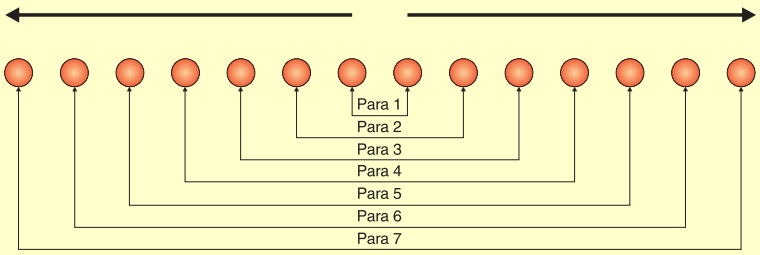
Generator został zbudowany w najprostszy sposób z dwóch bramek NAND - 4011. Częstotliwość pracy tego generatora określona jest przez pojemność C1 i wypadkową rezystancję R1 + PR1 i może być w szerokich granicach regulowana za pomocą potencjometru PR1. Doświadczalnie ustalono, że optymalna powinna być częstotliwość uzyskiwana przy rezystancji ok. 100kW .

Funkcje zapalania się coraz większej ilości diod w linijce zrealizowano z wykorzystaniem dwóch czterobitowych rejestrów przesuwnych typu 4015. Czym jest rejestr przesuwny? Jest to element, który podaną na jego wejście informację przesuwa za każdym taktem zegara do kolejnych wyjść rejestru. Budowane są rejestry przesuwne rozmaitej długości, my wykorzystamy połączone szeregowo dwa rejestry czterowyjściowe (czterobitowe). Ponieważ, jak się za chwilę okaże, ostatnie wyjście (najstarszy bit) rejestrów wykorzystamy do zerowania układu, pozostanie nam do sterowania diodami 7 wyjść. Wydaje się to być ilością całkowicie wystarczającą, ale pamiętajmy, że opisaną niżej metodą możemy konstruować rejestry o praktycznie dowolnej długości. Ta informacja może być użyteczna przy projektowaniu własnych urządzeń do generowania efektów świetlnych.

Przeanalizujmy teraz najważniejszą część układu. Załóżmy, że układ rejestru jest wyzerowany i na wszystkich jego wyjściach mamy stan logiczny "0". Na wejście danych pierwszego rejestru - U1A - na stałe podany jest stan wysoki przez dołączenie go do plusa zasilania. Po nadejściu najbliższego impulsu zegarowego stan ten zostanie przepisany na



Rys. 1. Schemat ideowy linijki świetlnej.



Rys. 2. Układ diod świecących.

pierwsze wyjście rejestru - Q_A. Impulsy zegarowe przekazywane są także na wejście zegarowe drugiego rejestru, ale na jego wejściu danych utrzymuje się stan niski podawany z ostatniego wyjścia U1A. Tak więc na kolejne wyjścia U1B wpisywany jest stan niski, co nie zmienia stanu tych wyjść.

Nadejście kolejnego impulsu zegarowego spowoduje przesunięcie informacji z wyjścia Q_A U1A na wyjście Q_B. Jednocześnie na wyjście Q_A ponownie zostanie wpisany logiczny stan wysoki (na wejściu danych stale mamy "1"). Sytuacja taka powtórzy się jeszcze dwukrotnie i po czterech impulsach zegarowych będziemy mieli stan wysoki na wszystkich wyjściach pierwszego rejestru. Nadejście piątego impulsu zegarowego nic już nie zmieni na wyjściach U1A. Natomiast zauważmy, że na wejściu danych U1B jest już teraz stan wysoki, wymuszony wpisaniem "1" na wyjście Q_D U1A. A zatem, piąty impuls zegarowy spowoduje przepisanie informacji z tego wejścia na wyjście Q_A U1B. Kolejne dwa impulsy zegarowe "zapełniają jedynkami" kolejne wyjścia U1B, aż do momentu nadejścia ósmego impulsu, kiedy to stan wysoki pojawi się także na wyjściu Q_D. Wyjście to połączone jest z wejściami zerującymi rejestrów, aktywnymi właśnie w stanie wysokim. Podanie na te wejścia logicznej "1" spowoduje natychmiastowe wyzerowanie wszystkich wyjść rejestrów i powrót układu do stanu początkowego. Tak więc osiągnęliśmy swój cel: zapełniane kolejno "jedynkami" wyjścia rejestrów doskonale nadają się do sterowania diodami świecącymi. Jednakże zasilanie tych diod bezpośrednio z tych wyjść znacznie ograniczyłoby maksymalny prąd płynący przez diody i w efekcie siłę ich świecenia. Dlatego też zastosowaliśmy jeszcze jeden element: układ scalony ULN2003. Kostka ta ma nieskomplikowaną budowę i zawiera w swojej strukturze siedem tranzystorów w układzie Darlingtona. Powszechnie stosuje się ją jako driver do sterowania segmentami wyświetlaczy siedmiosegmentowych w systemie wyświetlania multipleksowego. Do naszych celów nadaje się więc idealnie.

Każdy z driverów sterowanych z wyjść rejestrów zasila parę diod świecących. Dla większej jasności, sposób połączenia diod pokazany został na **rys. 2**. Oczywiste jest teraz, w jaki sposób uzyskamy efekt rozszerzającego się promienia świetlnego.

Kondensatory C2 i C3 pełnią w układzie rolę odsprzęgania zasilania i zwierają do masy ewentualne impulsy zmiennoprądowe.

Montaż i uruchomienie

Na **rysunku 3** pokazano rozmieszczenie elementów na dwóch, identycznych wymiarowo, płytkach drukowanych. Płytki zostały wykonane z laminatu jednostronnego, co spowodowało konieczność zastosowania kilku zworek. Od nich właśnie rozpoczniemy montaż naszego dzieła. Po wlutowaniu zworek wmontujemy rezystory i koniecznie podstawki pod układy scalone, szczególnie potrzebne w przypadku zastosowania naszego układu w samochodzie. Pamiętajmy, że elektryczna instalacja samochodowa jest szczególnie "zaśmiecona" wszelkimi zakłóceniami i łatwo w takiej sytuacji o uszkodzenie wrażliwego układu CMOS.

Cd. na str. 48

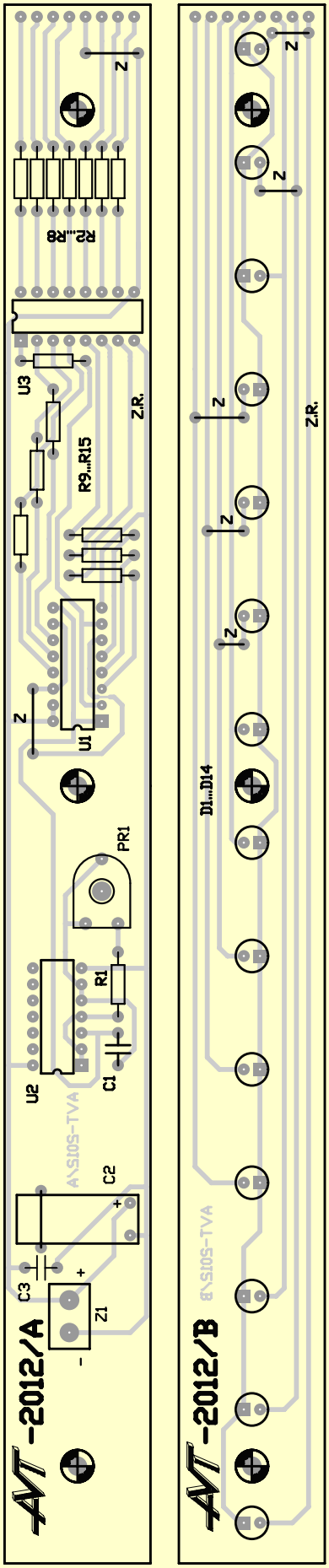
WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory
PR1: 470kW
R1: 10kW
R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8: 330W/0,5W
R9, R10, R11, R12, R13, R14: 10kW

Kondensatory
C1: 1µF/MKT
C2: 470µF
C3: 100nF

Półprzewodniki
D1...D14: diody LED, najlepiej o podwyższonej jasności
D15: 1N4001 lub odpowiednik 1A
U1: CMOS 4015
U2: CMOS 4011
U3: ULN2003

Różne
Z1: ARK2
szereg prostych goldpinów (8)
gniazdo do pinów (8)



Rys. 3. Płytka drukowana.

kit 2094 AVT

Ręczny sygnalizator akustyczno-optyczny

Do czego to służy?

Najogólniej biorąc proponowane urządzenie służy po prostu do generowania dźwięku o bardzo dużym natężeniu dochodzącym do 100dB. Ponadto układ wytwarza błyski światła monochromatycznego o kącie rozchodzenia się ok. 30°. Zarówno dźwięk jak i sygnał optyczny mogą być odbierane z dużej odległości. Jakie może być zastosowanie praktyczne tego układu? Poza oczywistą funkcją sygnalizatora, urządzenie może zostać zastosowane jako prosty system obronny. Układy tego typu są na świecie produkowane i reklamowane jako narzędzia samoobrony, bezpieczne dla obu stron konfliktu i nie wymagające jakichkolwiek zezwoleń. Autorowi wydaje się wątpliwe, czy nawet najsilniejszy dźwięk może odstraszyć zdeterminowanego napastnika. Być może jednak spowoduje moment zawahania, który napadnięty może wykorzystać do zrobienia właściwego użytku z nóg. Jedno jest pewne i sprawdzone: układ być skuteczną ochroną przed... psami. Jak wiadomo, nasi ulubieńcy słyszą doskonale dźwięki o częstotliwości nawet znacznie wyższej od słyszalnej przez ludzi, ale bardzo ich nie lubią. Znajomy pies poproszony o konsultacje w sprawie skuteczności układu do odstraszania jego agresywnych kolegów, na dźwięk generowany przez sygnalizator zareagował wyciem i natychmiastową ucieczką. Tak więc wydaje się prawie pewne, że układ może nas zabezpieczyć przed agresją jakiegoś wilka, który zszedł na psy przez częste obcowanie z człowiekiem. Jednak autor nie zachęca Czytelników do eksprymentowania z krwiożerczymi dobermanami czy rotwailerami.

Układ cechuje niezwykła prostota i niski koszt wykonania. Do jego zbudowania potrzebny będzie zaledwie jeden układ scalony, a prawdę mówiąc, wystarczyłaby nawet jedna bramka logiczna.

Jak to działa?

Schemat elektryczny układu przedstawiony został na **rysunku 1**. Podstawowym elementem układu jest generator zbudowany z bramki NAND z histerezą U1C, kondensatora C1 i szeregowo połączonych rezystora R1 i potencjometru montażowego PR1. Częstotliwość pracy tego generatora ustalimy doświadczalnie podczas uruchamiania układu. Bramka U1B została wykorzystana do zbudowania generatora niskiej (ok.1Hz) częstotliwości. Wejście 8 U1C może być za pośrednictwem jumpera JP1 połączone z wyjściem tego generatora i wtedy kluczując generator z U1C otrzymamy sygnał przerywany. Połączenie wejść 8 i 9 pozwoli na generowanie sygnału ciągłego.

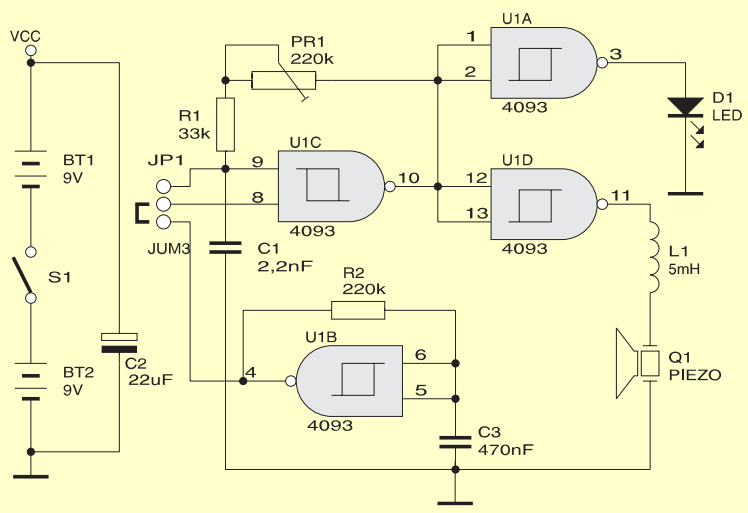
Bramki U1A i U1D zostały wykorzystane jako bufory zasilające przetwornik piezo i diodę świecącą LED. Dławik L1 pełni rolę "dopalacza" znacznie zwiększającego siłę sygnału generowanego przez przetwornik.

A gdzie jest obiecany dreszcz emocji związany z elementem ryzyka? Popatrzmy na zasilanie układu. Proponowane napięcie zasilania wynosi 18V! Maksymalne napięcie pracy układów CMOS jest różnie podawane przez producentów, ale najczęściej wynosi ono 18V. I w tym właśnie tkwi pewne ryzyko: układ będzie pracował na granicy swoich możliwości, przy maksymalnym napięciu zasilającym. Ponieważ jednak siła dźwięku generowanego przez przetworniki piezo w decydujący sposób zależy od napięcia zasilającego wydaje się, że warto zaryzykować. Egzemplarz modelowy pracował podczas prób nieprzerwanie przez 30 godzin (oczywiście szczelnie owinięty wszelkimi dostępnymi materiałami dźwiękochłonnymi) i nie doszło do najmniejszych awarii. W każdym razie zalecamy stosować do budowy sygnalizatora jedynie kostki znanego producenta.

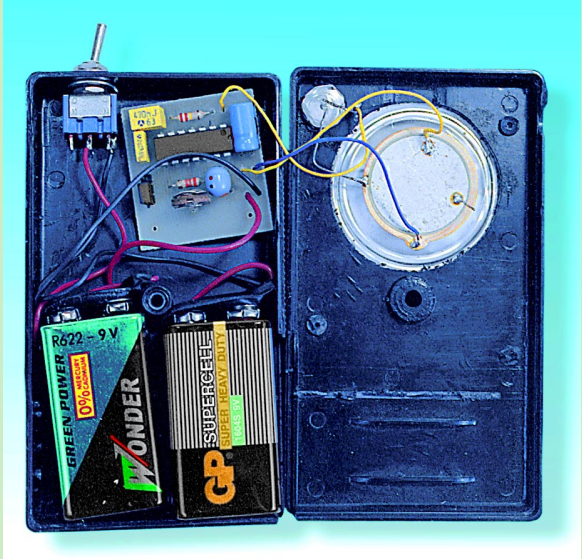
Montaż i uruchomienie

Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej przedstawia **rysunek 2**. Z montażem nie powinniśmy mieć najmniejszych kłopotów. Układ scalony zaleca się umieścić w podstawce. Po zmontowaniu układ nie wymaga uruchamiania a jedynie prostej regulacji, nie wymagającej stosowania specjalistycznych przyrządów. Celem tej regulacji będzie uzyskanie maksymalnej siły dźwięku. Najważniejszymi czynnikami zapewniającymi poprawną pracę przetwornika piezoceramicznego i uzyskanie dużego poziomu sygnału są:

1. Właściwe, zgodne z przeznaczeniem



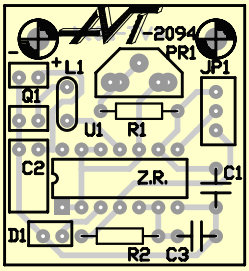
Rys. 1. Schemat ideowy sygnalizatora.



WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory
R1, R2: 220kW
PR1: 47kW
Kondensatory
C1: 2,2nF
C2: 22µF/25V
C3: 220nF
Półprzewodniki
D1: dioda LED o podwyższonej światłości i kącie promieniowania 30°
U1: CMOS 4093
Różne
Q1: przetwornik piezo typu PCA-100-08 produkcji CERADu
JP1: 3 goldpiny i jumper
L1: dławik 5mH
S1: włącznik
obudowa typu KM-26
2 łączówki baterii 6F22

zamocowanie płytki przetwornika.
2. Zasilanie elementu piezo sygnałem o właściwej, ściśle dobranej częstotliwości.
3. Doprowadzenie do przetwornika sygnału o możliwie dużej amplitudzie.



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

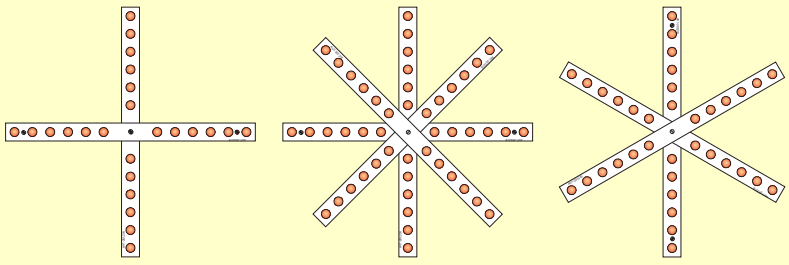
Warunek pierwszy został spełniony przez producenta przetwornika: płytka piezo przyklejona jest do dużej membrany, a ta z kolei przymocowana jest do sztywnej obudowy. Warunek trzeci spełniliśmy stosując zasilanie najwyższym dopuszczalnym dla układów CMOS napięciem. Pozostało nam jedynie dostroić generator sygnalizatora do częstotliwości rezonansowej przetwornika piezo, czyli do ok. 3,5kHz. Czynność tą wykonamy za pomocą potencjometru montażowego PR1 "na słuch", kierując się maksymalną siłą dźwięku.

Układ modelowy umieszczony został w obudowie typu KM-26. Obudowę przetwornika należy obciąć do wysokości ok. 5mm. Jest to dość trudne. Na początek musimy znaznaczyć linię cięcia. Przetwornik kładziemy na stole "twarzą w dół". Na czymś o wysokości ok. 5mm opieramy igłę krawiecką i, obracając sygnalizator, obrysowujemy go dookoła igłą. Teraz pozostaje już tylko wykonanie przecięcia za pomocą brzeszczota od piłki do metalu. Tę czynność wykonujemy z ogromną uwagą, aby nie uszkodzić delikatnej membrany sygnalizatora.

Obudowa KM-26 przeznaczona jest do umieszczenia w niej jednej baterii 9V, ale po usunięciu niektórych elementów okazało się, że swobodnie mieszczą się w niej dwie takie baterie. Zastosowanie tego typu baterii było podyktowane jedynie ich powszechną dostępnością. Pobór prądu przez układ jest tak mały, że z powodzeniem możemy zastosować mniejsze baterie, np. trzy 6V stosowane w aparatach fotograficznych.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2094.



Rys. 4.

Cd. ze str. 46

Po zmontowaniu obydwóch płytek należy podjąć decyzję, w jaki sposób je połączyć ze sobą. Najprostszą i najlepszą metodą jest zastosowanie prostego złącza składającego się z szeregu 8-u goldpinów i odpowiedniego wtyku. Goldpiny należy oczywiście przylutować od strony druku. Aby sobie tę czynność ułatwić, cały szereg goldpinów przekładamy przez płytkę od strony elementów i lutujemy. Pozostająca od strony elementów plastykowa łączówka nie przeszkadza w niczym i nie psuje widoku płytki. Następnie składamy razem płytki i skręcamy je trzema śrubami M3 za pośrednictwem tulejek dystansowych. Jeżeli takich tulejek nie posiadamy, to możemy użyć po trzy nakrętki na każdą śrubę. Drugi sposób wydaje się być nawet lepszy, ponieważ umożliwia precyzyjne ustawienie odległości płytek od siebie. Dioda D15 służy zabezpieczeniu układu przed skutkami odwrotnego włączenia zasilania i jeżeli nie należymy do osób roztargnionych, to możemy jej nie montować.

W ten sposób zrobiliśmy całkiem ładnie wyglądający pakiecik. O nabyciu gotowej obudowy szkoda nawet marzyć, więc albo zrezygnujemy w ogóle z obudowywania układu albo będziemy musieli obudowę wykonać sami (np. z pasków czarnego polistyrenu).

Poprawnie zmontowany układ nie wymaga uruchamiania a jedynie regulacji częstotliwości pracy zegara sterującego.

Na zakończenie podamy jeszcze ważną informację o możliwości rozbudowania naszego urządzenia i utworzenia z niego gwiazdy cztero, sześcioramiennej lub nawet ośmioramiennej. Niestety, budując taką konstrukcję składającą się z dwóch, trzech lub czterech linijek będziemy musieli zrezygnować z dwóch diod w każdej z nich. Sposób wykonania gwiazd składających się z jednej płytki sterownika (AVT2012/A) i dwóch, trzech lub czterech płytek z diodami (AVT2012/B) ukazuje **rys. 4**.

W przypadku wykonywania opisanych gwiazd stosujemy jedną płytkę sterującą i odpowiednią ilość płytek z diodami. Dodatkowe połączenia musimy wykonać za pomocą przewodów taśmowych. Przy zastosowaniu dwóch i trzech linijek nie ma problemu z jasnością świecenia diod, szczególnie jeżeli zastosujemy diody o podwyższonej jasności. Natomiast przy czterech linijkach jasność diod może okazać się niewystarczająca. Zmniejszenie wartości rezystorów szeregowych zasilających diody może grozić przegrzaniem układu U3. W takim wypadku należy rozważyć możliwość zmniejszenia wartości tych rezystorów (należy wtedy zastosować rezystory 0,5W) z jednoczesną wymianą U3 na sześć tranzystorów Darlingtona średniej mocy.

Pamiętajmy jeszcze o jednej sprawie: możemy diody stosować dowolnego koloru, ale te podłączone do wspólnego rezystora muszą być tego samego typu i producenta.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2012.

MIKROPROCESOR

a co to takiego?

część 1

Był początek lat siedemdziesiątych, gdy mnie, małoletniemu pachołęciu, wpadł do ręki numer bodaj "Horyzontów Techniki". Jeden z artykułów był poświęcony mi.. mi.., o! mikroprocesorowi. Nie pamiętam treści artykułu, zapamiętałem natomiast rysunkowy żart stanowiący doń ilustrację. Otóż dwóch naukowców - poważnych panów ze staromodnymi bródkami, przechadzając się po parku, natyka się na kopiaste mrowisko, z którego startuje rakieta kosmiczna. Jeden z nich wykrzykuje do drugiego: już wiem, gdzie zgubiłem swój mikrokomputer!

Od tamtego zdarzenia minęło może dwadzieścia kilka lat, a ten żart pomału zaczyna się materializować - dziś, może nie mrówki, ale bardzo młodzi ludzie mogą realizować projekty o wręcz kosmicznym poziomie zaawansowania - a wszystko to za sprawą niewielkiej krzemowej kostki, w której zaklęto metody i sposoby odpowiedzi na zadawane jej pytania. Niegdyś nazywano komputery mózgami elektronowymi - taka nazwa od początku budziła szacunek i podziw - niektórych wręcz rzucała na kolana. Jednak do mózgu, tego, który przychodzi nam nosić w głowie, bardzo mu daleko.

Tymczasem w mikroprocesorach tak naprawdę nie ma nic tajemniczego. Zrozumieć działanie mikroprocesora, a nawet go zaprogramować, może dosłownie każdy. Nie potrzeba do tego wielkiej wiedzy - trzeba natomiast nieco *przestawić swój sposób myślenia*.

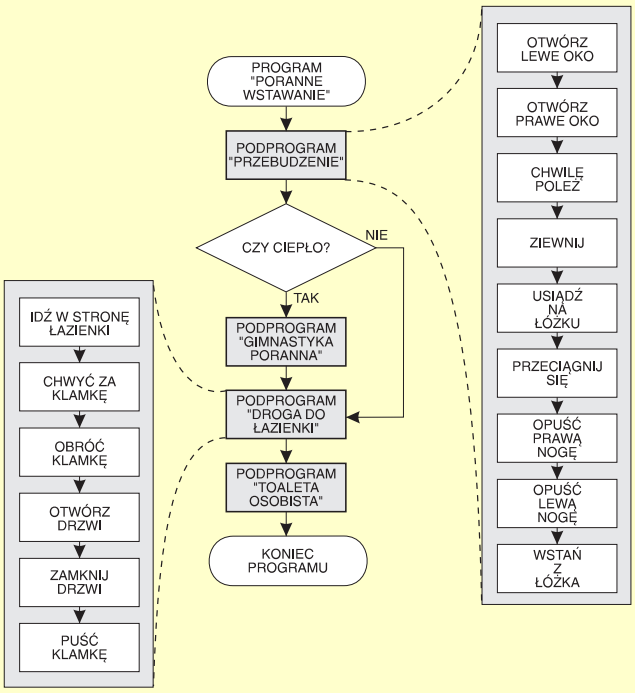
Chcę to uzmysłowić na przykładzie: codziennie rano budzisz się ze snu i ubierasz się. To oczywiste i proste - zupełnie się nie zastanawiasz, co masz po kolei zrobić, nawet, gdy jesteś zaspany po "rozrywkowej" nocy, prawie nigdy nie zdarza ci się założyć koszuli na sweter. Pomyśl jednak - wykonujesz pewien ciąg elementarnych czynności, czyli realizujesz pewien *program* zapisany w twojej pamięci. Ty się tego nauczyłeś i o tym pamiętasz; nie musisz już zatrudniać swojej świadomości. W czasie wykonywania tego programu pewne kroki realizujesz bezwarunkowo, podejmujesz też decyzje zależne od warunków zewnętrznych, poza tym niejednokrotnie realizujesz taki sam ciąg czynności - nazwijmy go podprogramem lub procedurą.

Rozłóżmy więc twoje poranne wstawanie na składniki: otwierasz oczy, chwilę (?) leżysz, ziewasz, siadasz na łóżku, przeciągasz się, opuszczasz... oczywiście prawą nogę, opuszczasz lewą nogę, wstajesz, znowu ziewasz, zastanawiasz się czy się trochę nie pogimnastykować - podejmujesz jednak decyzję: NIE, bo jest zbyt zimno. Pomijasz podprogram "gimnastyka poranna" i realizujesz podprogram "droga do łazienki", na który składają się kroki w kierunku łazienki, chwycenie klamki, otwarcie drzwi, wejście, zamknięcie drzwi. Gdy jesteś w łazience nadal wykonujesz mnóstwo elementarnych czynności, które w sumie składają się na dość duży program pt. "poranne wstawanie" (rys. 1).

I tu pokazuję ci klucz do zrozumienia mikroprocesora: jego działanie polega na wykonywaniu wielu naprawdę prostych czynności. Okazuje się bowiem, że każde, nawet najbardziej skomplikowane zadanie można przedstawić jako złożenie pewnej liczby bardzo prostych kroków. Z kolei mikroprocesor czy mikrokomputer potrafi wykonywać tylko bardzo proste czynności i obliczenia, które nazywamy rozkazami. Daleko mu więc do mózgu, za to jest pioruńsko szybki.

Programowanie polega więc na zapisaniu ciągu czynności, jakie potrafi mikroprocesor wykonać, a takie czynności nazywane są *rozkazami* albo *instrukcjami*.

Mikroprocesor to maszyna, która wykonuje rozkazy. Pobiera rozkaz i natychmiast przystę-



Rys. 1. Treść zapisów może śmieszyć, jednak i tu zawiera się głębsza myśl. Te czwotokąty tworzą algorytm, który jest graficznym przedstawieniem toku postępowania w celu wykonania jakiegoś zadania. W prostokątach zawieramy pewne czynności, które uznajemy już za niepodzielne na danym poziomie rozumowania. Gdy jednak chcemy je uszczegółowić, wytwarzamy na boku kolejny ciąg czynności, jeszcze bardziej elementarnych. Proces taki nazwiemy zagnieżdżaniem algorytmu, a metoda układania algorytmu w taki sposób jest nazywana metodą zstępującą. Najpierw układamy algorytm ogólny, który przedstawia kilka bloków funkcjonalnych, a potem każdy z nich zaczynamy rozpisywać na coraz prostsze operacje. Ten proces zagnieżdżania możemy prowadzić w nieskończoność. Dla naszego przykładu: opisujemy naciśnięcie klamki poprzez skurcze kolejno uruchamianych mięśni.
Zapisz więc, w ramach ćwiczenia mikroprocesorowego myślenia, ciąg czynności dla podprogramu "Gimnastyka poranna" i "Toaleta osobista". Jeśli zrobisz to uczciwie, z kilkoma poziomami zagnieżdżeń, to zobaczysz, że kartka papieru będzie za mała dla pomieszczenia całego algorytmu. Przy okazji poznajemy umowne znaki graficzne, służące do zapisu elementów algorytmu. Realizowane czynności umieszczamy w prostokątach, w owalach przyjęło się zapisywać początek i koniec algorytmu, przy czym w owalu początkowym piszemy, czego dotyczy ten algorytm. To później nam ułatwi analizę poprawności działania algorytmu i odszukiwanie powiązań z innymi algorytmami. Przejścia pomiędzy blokami, narysowane strzałkami, tworzą ścieżkę logiczną programu. Interesującym blokiem jest romb - bloki warunkowego rozgałęzienia ścieżki logicznej programu. Sformułowanie weń wstawiane jest przeważnie pytaniem, na które można odpowiedzieć dwojako: tak albo nie. Zależnie od odpowiedzi program obiera jedną z dróg dalszej realizacji.

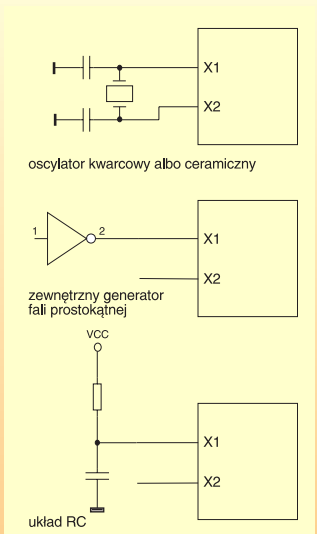
puje do jego wykonania. Skąd pobiera? Z pamięci! W każdym systemie mikroprocesorowym musi być jakaś pamięć. My też pamiętamy o każdej czynności, jeśli idziemy do łazienki, ale tego sobie nie uświadamiamy.

No tak, ale system zawierający "goły" mikroprocesor i pamięć pracowałby sam dla siebie, czyli poza zużywaniem energii potrzebnej do realizacji rozkazów nic innego nie potrafiłby zrobić. Trzeba więc dodać jakieś usta, uszy: nazwijmy je wrotami lub z angielska - portem. Za pomocą portów kostka mikroprocesora kontaktuje się ze światem zewnętrznym. Wpiszmy jeszcze, lub mówiąc mikroprocesorową nowomową - zaimplementujmy do mikroprocesora metody komunikacji z różnego rodzaju portami.

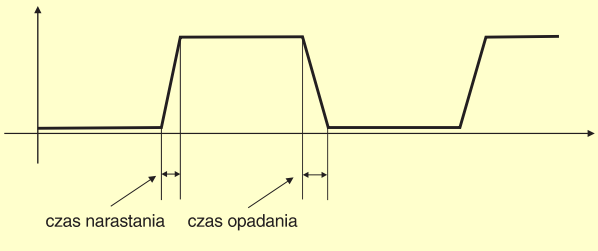
I tak oto stworzyliśmy mikrokomputer! I jeśli nawet piejesz z zachwytu nad możliwościami współczesnych mikrokomputerów, to pamiętaj, że *mikrokomputer zawsze składa się z mikroprocesora, pamięci i portów*. Resztę stanowią dodatki "uszlachetniające" cały wyrób.

Ten wstęp ma pokazać, że mikroprocesor jest maszyną niewiele bardziej skomplikowaną od tokarki (tokarka ma uchwyt, suport i łoże, a reszta to dodatki "uszlachetniające" wyrób) czy samochodu (samochód ma koła, hamulce i silnik, a reszta to dodatki "uszlachetniające" wyrób). Mikroprocesor - to ta straszna nazwa powoduje, że wielu zapalonych elektroników nie sięga po rozwiązania mikroprocesorowe, pozostając przy tradycyjnym rozwiązaniu hardware'owym. Wynika to ze strachu przed tabu. A to jest zwykła zabawka, no może trochę narowista, ale jednak zabawka, jedna z tych, jakimi nam, dzieciom cywilizacji końca XX wieku, przyszło się bawić. W swojej zawodowej pracy tak uzależniłem się od mikroprocesorów, że nawet proste funkcje wolę zrobić na malutkim procesorku insektowym niż kombinować z układem bramek, przerzutników i liczników. Już przy niewielkiej wprawie w posługiwaniu się mikroprocesorami ich "giętkość", łatwość zmiany całe-

Sygnał zegarowy może być wytworzony w samej kostce mikroprocesora, jest to cecha większości mikrokontrolerów jednoukładowych. Producent takiego układu wydziela wtedy końcówki, do których można podłączyć rezonator kwarcowy czy ceramiczny. Te same końcówki mogą też przyjmować sygnał zegarowy spoza układu, z innego, zewnętrznego generatora. Rezonator kwarcowy daje sygnał o dużej stabilności, nieco gorszą stabilnością charakteryzuje się układ z rezonatorem ceramicznym. Kiedy zależy nam na precyzyjnym odmierzaniu czasu, z pewnością zegar zbudowany na kwarcu ma uzasadnienie. Jednak zegar może mieć częstotoliwość znaną tylko orientacyjnie, np. układ może wyłączać lampkę na biurku po dwóch minutach ±3s. Wystarczy więc w miejsce kwarcu wlutować prosty układ RC. Współczesne mikrokontrolery jednoukładowe to zapewniają, ale po szczegóły musimy sięgnąć do katalogu. Na rysunku pokazano trzy typowe sposoby podłączeń oscylatorów do mikrokomputera jednoukładowego.



Bardziej skomplikowane mikroprocesory, szczególnie te 16-bitowe i silniejsze, wymagają osobnego układu zegara. Nierzadko taki zegar musi spełniać ostrzejsze wymagania niż to było w przypadku mikrokontrolerów jednoukładowych, a szczególnie zwraca się w nim baczniejszą uwagę na stabilność częstotliwości sygnału, dopuszczalne nachylenia zboczy generowanej fali prostokątnej. Musimy wiedzieć, że sygnał fali prostokątnej występuje tylko w teorii, to ideał, w praktyce zawsze dopatrzymy się pewnego czasu potrzebnego na zmianę poziomu napięcia z niskiego na wysoki i odwrotnie. Czas potrzebny na zmianę z poziomu niskiego na wysoki nazywamy czasem narastania (*rise time*), zaś czas potrzebny na zmianę sygnału z poziomu wysokiego na niski to czas opadania (*fall time*). Oba te czasy znane są też pod wspólną nazwą czasów trwania zboczy. Im te czasy są dłuższe, to mówimy, że zbocza posiadają coraz mniejsze nachylenie i fala prostokątna coraz bardziej przypomina przebieg trapezowy.



Podajmy skrajny przykład. Układy zegarowe produkowane z myślą o procesorze Pentium muszą zapewnić sygnał zegarowy o czasach trwania zboczy rzędu kilkudziesięciu ps! (1ps = 1 pikosekunda = 10^{-12}s = 0.000001μs, 1μs trwa okres przebiegu o częstotliwości 1MHz)

Jeszcze nie tak dawno, kiedy mikroprocesory posiadały słowo co najwyżej 8-bitowe, obok nich spokojnie egzystowały układy mikroprogramowane jako osobne układy scalone. Układ mikroprogramowany wymaga zewnętrznej pamięci ROM, w której były zapisane mikroinstrukcje, tworzące mikroprogram. Taka mikroinstrukcja zawierała kod bardzo prostej czynności, z reguły były to sygnały zezwolenia na te czynności, ewentualny adres następnego rozkazu, czasem kilka bitów reprezentujących stany warunkowe. Z chwilą, gdy mikroprocesory stawały się coraz tańsze i gwałtownie zaczęły rosnąć ich możliwości, zaniechano produkcji pojedynczych układów mikroprogramowanych. Układy mikroprogramowane nadal są, stały się fragmentem... mikroprocesorów. Właściwie bez nich nie można byłoby dekodować instrukcji przychodzących do mikroprocesora. Pamięć mikroprogramu też została scalona w strukturze mikroprocesora i teraz cały układ mikroprogramowany nazwiemy dekoderem rozkazów.

go rozwiązania na inne, staje się zaletą nie do odrzucenia.

Celem niniejszego artykułu nie jest przedstawienie dokładnego opisu konkretnego typu mikroprocesora, temu służą katalogi firmowe, lecz ukazanie Czytelnikowi podstawowego słownictwa oraz mikroprocesorowego elementarza. Dla zrozumienia materiału wystarczy podstawowa wiedza z zakresu techniki cyfrowej, a ponadto trochę uwagi i wyobraźni.

Zacznijmy od tego, co jest motorem działania każdego mikroprocesora. Jest nim zegar.

Zegar

A zatem, jako się rzekło, mikroprocesor pobiera rozkazy i je wykonuje. Kiedy na dużym, XVIII-wiecznym żaglowcu kapitan dawał rozkaz do podniesienia żagli, to oznaczało, że trzeba było wciągnąć na określoną wysokość kilkaset kilogramów płótna. Żeby było trudniej, żagle były podnoszone w ściśle określonej kolejności. Nie zrobi tego jeden człowiek, ale grupa ludzi to potrafi. Niezmiernie ważną instytucją na żaglowcu był szantimen. Człowiek ten zajmował się śpiewaniem prostych, rytmicznych pieśni, przy czym tematyka ich nie była tak ważna, jak właśnie ich rytmiczność. Marynarze odpowiadali szantimenowi refrenem, jednocześnie zgrywając swoje wysiłki. Jednoczesność tych działań nazywamy *synchronizacją*.

Odpowiednikiem takiego szantimena jest w mikroprocesorze generator impulsów synchronizujących, który nazwano *generatorem zegarowym* lub krócej *zegarem*. Ma on wiele wspólnego ze znanym wszystkim zegarkiem naręcznym lub zegarem ściennym. Swoim regularnym "tykaniem" wyznacza on początki okresów czasu, które są przeznaczone do wykonania określonych operacji.

Szybciej "tykający" zegar to szybsze wykonywanie operacji. Stąd już prosta droga do uzasadnionych zachwytów nad IBM PC z mikroprocesorem Pentium taktowanym zegarem o częstotliwości 100 czy 150MHz. Mikroprocesor 8086, czyli ten, który zaczynał tę rodzinę procesorów, był "napędzany" zegarem 4-6MHz. W dalszym ciągu nie zmienia to faktu, że zegar dalej służy do zapewnienia właściwej kolejności zaprogramowanych czynności.

Dekoder rozkazów

Powtórzmy: mikroprocesor pobiera rozkazy i natychmiast je wykonuje. Jak bosman wrzeszczy na swoich marynarzy i oni rozumieją co do nich mówi, tak mikroprocesor musi wiedzieć, jak przetłumaczyć ciąg zer i jedynek przychodzących jako rozkaz na serię pojedynczych czynności. Do tego służy dekoder rozkazów.

Zanim pojedynczy rozkaz - np. komenda podniesienia jakiegoś żagla wydana przez kapitana dotarła do marynarzy, po drodze przechodziła przez bosmana. Rozkładał on całą operację podnoszenia danego żagla na operacje jeszcze drobniejsze.

Podobnie jest w mikroprocesorze: na każdy rozkaz składa się kilka jeszcze bardziej elementarnych czynności - nazywamy je *mikrooperacjami* albo *mikrorozkazami*.

Wszystkie rozkazy mikroprocesora pobierane z pamięci są rozpoznawane przez układ zwany dekoderem rozkazów. Odpowiada on, niczym bosman na statku, za właściwą kolejność wykonania mikrooperacji. Wykonanie rozkazu wymaga kilku, kilkunastu, bywa, że kilkudziesięciu okresów zegara, czyli żeby żagiel został podniesiony, nasz szantimen musi odśpiewać ileś zwrotek piosenki, czasem kilka piosenek.

Każdy cykl rozkazowy, znany także jako cykl maszynowy albo cykl procesora składa się z kilku taktów zegara. Długość cyklu maszynowego liczona taktami zegara jest dla konkretnego typu mikroprocesora stała.

Mamy więc motorek, jakim jest zegar, jest układ, który odpowiada za poprawną realizację instrukcji, pora więc na coś, co będzie wykonywać instrukcje, tak pracowicie zdekodowane przez naszego "bosmana". Pora na "marynarzy", czyli elementy wykonawcze. Jednym z nich jest jednostka arytmetyczno-logiczna.

Jednostka arytmetyczno-logiczna

Kapitan każdego statku zawsze ma potrzebę wiedzy o swoim położeniu. Do tego celu zatrudnia on nawigatora, który dba nie tylko o prawidłowe obliczenie obecnej pozycji statku, ale również wykreśla kurs, przelicza czas osiągnięcia celu przy danej prędkości itd. Pracę nawigatora można było szczegółowo prześledzić na filmie "Polowanie na Czerwony Październik", kiedy okręt płynął przez podwodny korytarz według kursu zmienianego co do sekundy.

I u nas też jest potrzebny taki rachmistrz. Rolę rachmistrza w mikroprocesorze pełni jednostka arytmetyczno-logiczna ALU (*Arithmetic Logic Unit*). Wykonuje ona wszystkie operacje arytmetyczne (dodawanie, odejmowanie, mnożenie, dzielenie) oraz logiczne (suma logiczna, iloczyn logiczny, przesunięcia bitowe). Zasadniczo jednostka arytmetyczno-logiczna jest układem niezależnym od zegara. Zawiera ona w sobie sumator, subtraktor (układ odejmujący), multiplikator (układ mnożący), układ dzielący, układ do wykonywania operacji logicznych i rejestr przesuwny. W prostych mikroprocesorach, zwłaszcza współczesnych małych mikrokontrolerach jednoukładowych układ mnożący i dzielący mogą być nieobecne, dlatego w nich mnożenie i dzielenie musi być realizowane programowo.

Jednostką ALU zawiaduje dekoder rozkazów, który najpierw ustawia rodzaj operacji, wprowadza argument bądź argumenty operacji na jej wejście, a potem odbiera wynik na wyjściu.

Z jednostką arytmetyczno-logiczną jest ściśle związany element pamiętający, który stanowi ciąg przerzutników, a nazywany jest rejestrem. Rejestr roboczy jednostki arytmetyczno-logicznej nazywany jest akumulatorem. Zawartość akumulatora jest jednym z argumentów operacji arytmetyczno-logicznych i jednocześnie miejscem przechowania wyniku, o ile kod rozkazu nie stanowi inaczej.

Mirosław Lach

Cd. ze str. 4

Zbigniew Świerzewski z Pudliszek pisze:
Od niedawna jestem czytelnikiem miesięcznika "EdW". Długo szukałem odpowiedniego czasopisma, które potrafi jak najprościej przyswoić artykuły takim elektronikom jak ja (amatorom). To fajnie, że istnieje miesięcznik, który czyta się po prostu "od deski do deski" i z niecierpliwością czeka się na następny numer. Mam do redakcji "EdW" prośbę. Czy mógłbym uzyskać od Was (nawet odpłatnie) schemat regulatora temperatury: analogowego lub cyfrowego z wyświetlaczem LED lub LCD. (...)
Zbyszku, jesteśmy elektronikami nie od dziś i śmiemy przypuszczać, że sam schemat niewiele ci pomoże. Nie wiemy, do czego Ci ten regulator jest potrzebny, czym ma sterować, jaka ma być maksymalna temperatura. W serii modułów AVT opisywanych w Elektronice Praktycznej możesz znaleźć wszystkie "klocki" do budowy potrzebnego ci regulatora (seria AVT-104 i 147).
Możemy opracować w redakcji EdW dowolny regulator, wykonamy też płytki, zapewnimy części, i to nie tylko dla Ciebie, lecz i dla innych. Napiszcie więc, kochani jakiego regulatora się spodziewacie. Prosty regulator temperatury można wykonać na płytce wielofunkcyjnej PW-01, opisujemy go na stronie 9.
Nie wiemy, gdzie w kraju można kupić obudowy do wieży "Diora" - w Warszawie na Wolumenie piszący te słowa kupuje takowe u p. Czarka z Łodzi.

Cd. na str. 59

Adresy i adresowanie

Pojęcie adresu kojarzy się z listem, kopertą i listonoszem. Dokładnie adresujemy list, ponieważ nie znamy innego sposobu wyróżnienia odbiorcy, tak aby niezawodnie otrzymał on przeznaczone dlań wieści. Nie wystarczy napisać na kopercie: "Dla sympatycznego pana Henia" - trzeba podać nazwę miejscowości, ulicę, numer domu, ewentualny numer mieszkania.

Rodzajem adresu jest też numer telefonu, czyli *liczba*, którą trzeba wybrać za pomocą tarczy aparatu telefonicznego.

Co ważne, adres w postaci liczby jest zrozumiały dla mikroprocesora! Dla niego adres jest liczbą określającą jednoznacznie miejsce w pamięci - poszczególne komórki pamięci są więc ponumerowane. Pamięć ma zwykle organizację bajtową, to znaczy że pod jednym adresem zapisuje się lub odczytuje jednocześnie osiem bitów.

Adresowanie to dla nas, ludzi, napisanie adresu, czyli wskazanie odbiorcy. Podobnie należy rozumieć tę czynność wykonywaną przez mikroprocesor. Jednak sposoby adresowania są najprzeróżniejsze. Kilka z nich (nie wszystkie) przedstawimy poniżej. Na rysunkach linie przerywane dotyczą wystawiania *adresu* na szynę adresową, zaś linią ciągłą transmisję potrzebnych *danych* do akumulatora.

Niektóre ze sposobów adresowania mogą wydać się abstrakcyjne i niezrozumiałe, ale zapewniam - są przydatne. Rodzaje adresowań prześledzimy na przykładzie przesyłania danych do akumulatora.

Adresowanie bezpośrednie polega na zapisaniu w kodzie rozkazu adresu komórki pamięci danych (rys. 2).

Adresowanie pośrednie polega na zapisaniu w kodzie rozkazu adresu komórki pamięci, w którym znajduje się już właściwy adres (rys. 3).

Adresowanie rejestrowe jest odmianą adresowania pośredniego i polega na zawarciu w kodzie rozkazu umownego adresu (lub nazwy) rejestru.

Adresowanie indeksowe jest realizowane poprzez dodanie do adresu znajdującego się w kodzie rozkazu zawartości pewnej, wyróżnionej komórki pamięci, tzw. rejestru indeksowego (rys. 4).

Adresowanie natychmiastowe polega na zapisaniu stałej w kodzie rozkazu jako jednego z argumentów operacji, np. dodania do akumulatora liczby 5 (rys. 5).

Na rysunku 6 pokazano przykładową zawartość pomięci programu (zapisanej w EPROMIE) i pamięci danych (w pamięci RAM).

Należy zwrócić uwagę, że komórki pamięci programu mogą mieć te same numery adresów, co komórki pamięci danych, a przecież fizycznie są to dwie różne pamięci. Dekoder rozkazów "wie", o którą pamięć chodzi w danym rozkazie. Jednak nie zawsze pamiętają o tym początkujący programiści, co może powodować wiele zamieszania przy analizie działania programu. Dotyczy to też interpretacji rysunków 2...5.

W informatyce dane i adresy zapisuje się zwykle w postaci liczby szesnastkowej. Cyfry liczby szesnastkowej to dziesięć znanych nam cyfr systemu dziesiętnego oraz litery od A do F, które reprezentują liczby dziesiętne od 10 do 15. Wagi poszczególnych pozycji liczby szesnastkowej to 16^0=1, 16^1=16, 16^2=256 itd. W celu łatwiejszego wyróżnienia tego zapisu, liczby zaczynające się na literę poprzedza się cyfrą 0.

[okienko11]

Wspominając o kodzie szesnastkowym musimy powiedzieć o różnych kodach, które spotykamy w technice cyfrowej. Kody liczbowe to sposób zapisu informacji liczbowej. Jeśli informacja przetwarzana zawiera symbole literowe i znaki specjalne to taki kod nazwiemy kodem alfanumerycznym. Inne kody, które służą do wykrywania błędów i ewentualnego ich usuwania z informacji przesyłanej na pewną odległość (np. łączem telefonicznym) nazywają się kodami korekcyjnymi.

Możemy więc powiedzieć, że kody, jakie przyjdzie nam spotykać w praktyce mikroprocesorowej są zapisem informacji według pewnego, ściśle określonego przepisu.

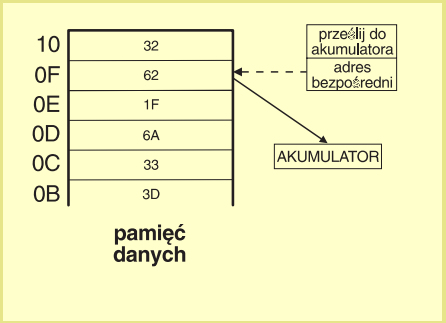
Najbardziej rozpowszechnionymi kodami liczbowymi są kody naturalne. Znanym wszystkim od przedszkola jest kod dziesiętny. Cały świat powszechnie go używa. Nie ma w nim nic ciekawego, ot, dziesięć cyfr i już. Jednak ten kod ma pewne cechy, które są wspólne dla wszystkich naturalnych kodów liczbowych. Po pierwsze, liczba zapisana w kodzie naturalnym jest ciągiem cyfr, czyli pozycji, z którego każda cyfra reprezentuje wielokrotność tzw. wagi danej pozycji. W kodzie dziesiętnym waga jest zawsze potęgą liczby 10, czyli patrząc od prawej strony liczby jest 10^0=1, potem 10^1=10, następnie 10^2=100 itd. Nikt z nas jednak nie zastanawia się nad tym.

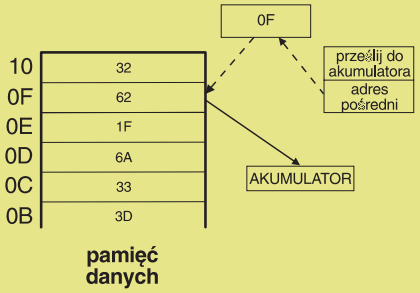
Każdy kod naturalny ma swoją podstawę. Podstawą jest podstawa potęgi wagi. W kodzie dziesiętnym podstawa wynosi 10.

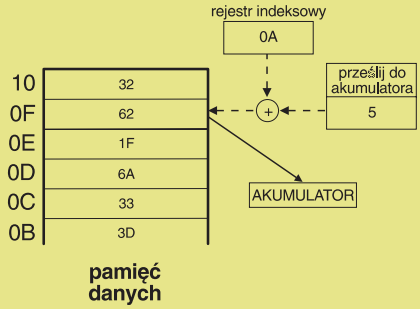
[koniec okienka 11]

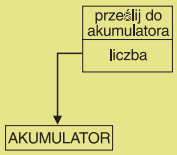
Powiedzieliśmy sobie, że rozkazy są pobierane z pamięci, zatem przyszła kolej na omówienie pamięci. Zrobimy to za miesiąc.

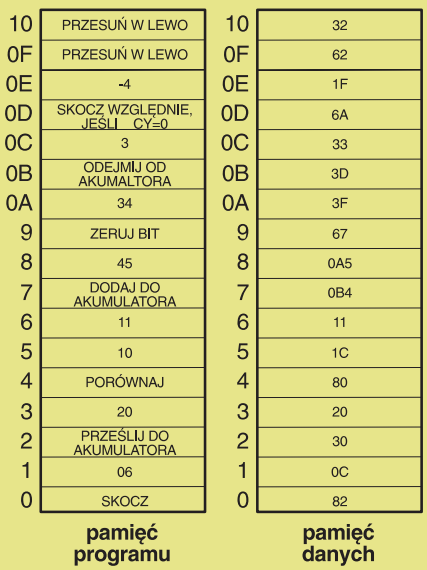
Mirosław Lach











W tej części weźmiemy pod lupę poszczególne rodzaje kondensatorów - podam ci ich najistotniejsze parametry, potem powrócimy do szerszego omówienia różnych dziedzin zastosowań i wreszcie podam ci szereg potrzebnych wskazówek i wzorów. Jak ci wspomniałem w poprzednim odcinku, nie musisz czytać tej części materiału. Chyba, że będziesz konstruował własne układy. W takim razie są to informacje dla ciebie.

Na **rysunku 1** możesz zobaczyć, jakiego typu kondensatory dostępne są powszechnie na rynku i mniej więcej w jakim zakresie pojemności są produkowane.

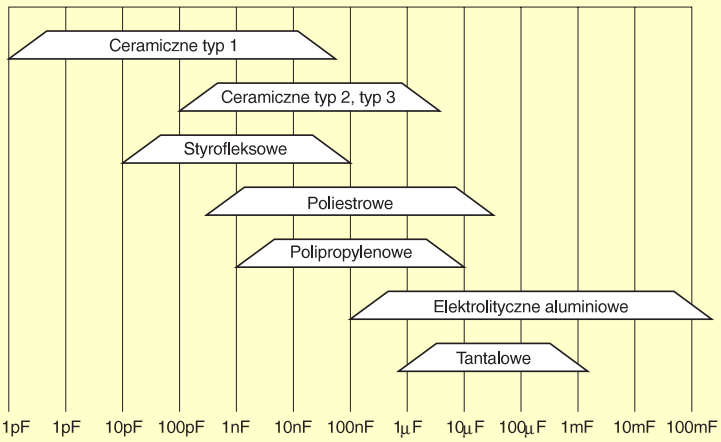
Kondensatory elektrolityczne

Omówiliśmy je przed dwoma miesiącami, podstawowych wiadomości nie będę ci powtarzał. Podam tylko cztery najważniejsze wykresy przedstawiające charakterystyki krajowych kondensatorów: aluminiowych (**rysunek 2**) i tantalowych (**rysunek 3**). "Tantale" 196D to najpopularniejsze różowe łezki, a "tantale" 164D mają obudowę cylindryczną z wyprowadzeniami osiowymi. Zwróć uwagę, jak bardzo zmniejsza się pojemność "elektrolitów" przy większych częstotliwościach, i jak rosną straty reprezentowane przez tgd. Teraz chyba nie masz wątpliwości, że nie są to kondensatory przeznaczone do pracy przy wielkich częstotliwościach.

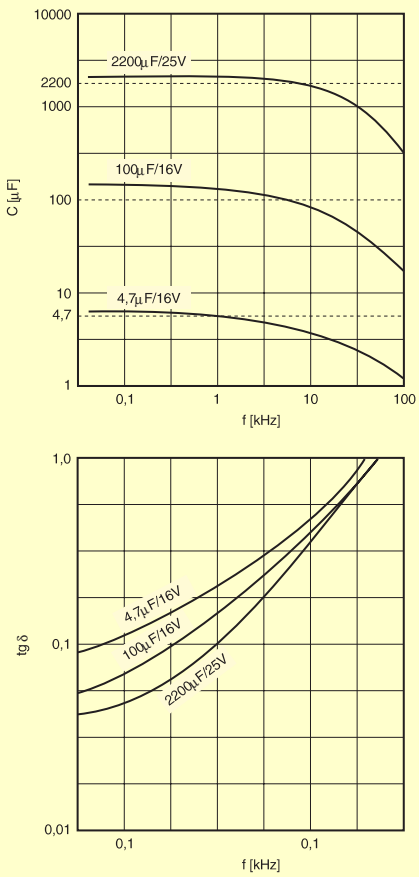
Kondensatory elektrolityczne mają największą awaryjność spośród wszystkich kondensatorów. Zapamiętaj zasadę, że niezawodność elektrolitów zmniejsza się mniej więcej dwukrotnie przy wzroście temperatury kondensatora o 10 stopni. Chodzi tu nie tylko o temperaturę otoczenia, ale przede wszystkim wzrost temperatury wywołany mocą strat (iloczyn skutecznej wartości przepływającego prądu zmiennego i rezystancji zastępczej ESR). Dotyczy to przede wszystkim kondensatorów stosowanych w zasilaczach impulsowych, gdzie częstotliwości pracy są rzędu dziesiątek kiloherców.

Czy wiesz, że...

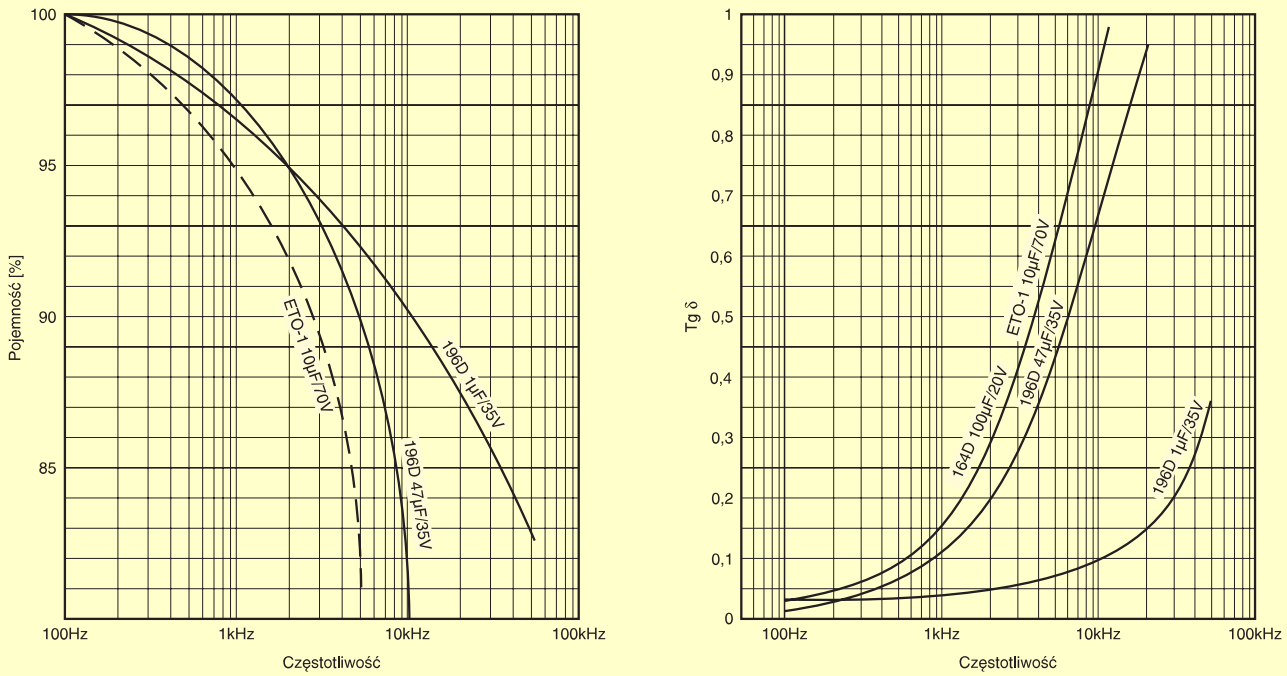
Niezawodność kondensatorów elektrolitycznych zmniejsza się mniej więcej dwukrotnie przy wzroście temperatury kondensatora o 10 stopni.



Rys. 1. Typy i zakresy pojemności produkowanych kondensatorów.



Rys. 2. Pojemności i tg d kondensatorów elektrolitycznych aluminiowych w funkcji częstotliwości.



Rys. 3. Pojemności i tgd kondensatorów elektrolitycznych tantalowych w funkcji częstotliwości.

Kondensatory ceramiczne

Kondensatory ceramiczne dzielą się wyraźnie na trzy grupy.

Typ 1

Tak zwany typ 1 produkowany jest z użyciem dielektryka o przenikalności względnej ε_r w granicach 10...600. Kondensatory te charakteryzują się małymi stratami i, co ciekawe, są produkowane ze ściśle określonym współczynnikiem temperaturowym w zakresie -1500... +150ppm/K. Umożliwia to łatwą kompensację temperaturową obwodów rezonansowych.

Niektóre katalogi (w tym krajowe) zawierają oznaczenia współczynnika temperaturowego w postaci np. N750, NP0, P150 itp. co oznacza odpowiednio -750, ±0, +150ppm/K (czyli -0,075, ±0, +0,015%/˚C). W większości zachodnich katalogów zamiast NP0 znajdziesz określenia C0G lub nowsze CG, które wskazują, że kondensatory te mają zerowy współczynnik temperaturowy.

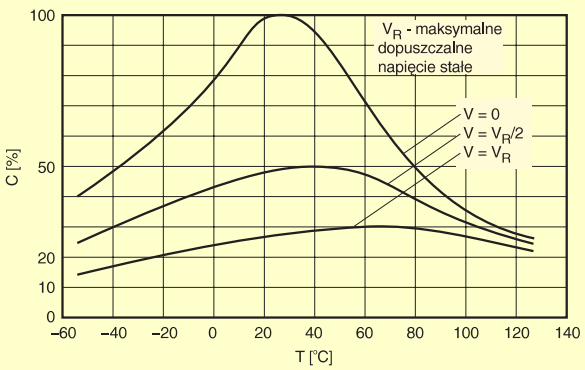
Kondensatory ceramiczne typ 1 to bodaj najlepsze z popularnych kondensatorów, ale niestety zakres ich pojemności jest ograniczony do co najwyżej kilku...kilkunastu nanofaradów.

Ferroelektryczne (typ 2)

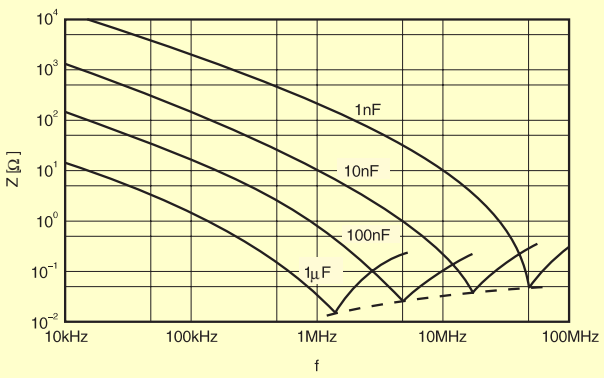
Kondensatory ferroelektryczne (typ 2) mają znaczną pojemność przy małej objętości. Niestety okupione jest to pogorszeniem wielu parametrów. Na **rysunku 4** znajdziesz krzywe obrazujące zależność pojemności od częstotliwości i od przyłożonego napięcia stałego dla kondensatorów o symbolu dielektryka 2F4. Zwróć uwagę, z jak dużymi, wręcz ogromnymi zmianami pojemności trzeba się liczyć - rzeczywista pojemność może być nawet pięciokrotnie mniejsza (!) od pojemności nominalnej. Jedynie rezystancja szeregowa i tgd są względnie małe w dość szerokim zakresie częstotliwości.

Częstotliwość rezonansu szeregowego kondensatorów ferroelektrycznych o pojemności 100nF z wyprowadzeniami drutowymi, stosowanych typowo w obwodach odsprzęgania zasilania, wynosi mniej więcej 5...10MHz, a przy pojemności 10nF - kilkadziesiąt megaherców; pokazuje to **rysunek 5**. Kondensatory bez wyprowadzeń, przeznaczone do montażu powierzchniowego, mają częstotliwości rezonansowe o około 50% większe.

Na podstawie rysunku 5 można też oszacować wartość ESR takich kondensatorów - jest ona niewielka, rzędu kilkudziesięciu miliomów.



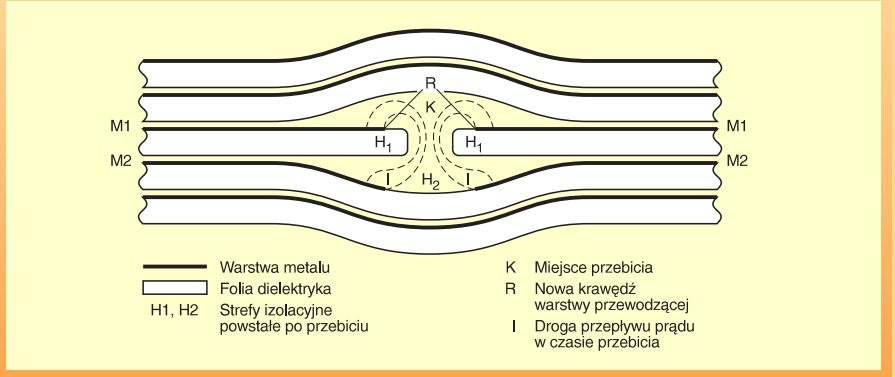
Rys. 4. Pojemność w funkcji częstotliwości kondensatorów ceramicznych ferroelektrycznych.



Rys. 5. Impedancja w funkcji częstotliwości kondensatorów ceramicznych ferroelektrycznych.

Czy wiesz że...

Kondensatory metalizowane mają cenną właściwość autoregeneracji. Jeśli w jakimś miejscu folia stanowiąca dielektryk jest cieńsza lub ma jakiś defekt, to po przyłożeniu pełnego napięcia pracy może w tym miejscu nastąpić przebicie, czyli przeskok iskry. Kondensator nie zostanie jednak uszkodzony, ponieważ temperatura powstającego łuku elektrycznego (około 6000˚C) powoduje odparowanie zarówno fragmentu dielektryka jak i sąsiadujących fragmentów warstw metalizacji. Łuk gaśnie i kondensator nadal jest sprawny, bowiem wokół miejsca przebicia nie ma już metalizacji, co skutecznie zapobiega powtórnemu powstaniu przebicia w tym samym miejscu. Pokazano to schematycznie na rysunku.



Choć więc kondensatory typu 2 nie nadają się do zastosowań precyzyjnych, to jednak ze względu na niską cenę znajdują szerokie zastowanie do odsprzęgania zasilania, sprzęgania poszczególnych stopni itp.

Półprzewodnikowe (typ 3)

Kondensatory ceramiczne tzw. półprzewodnikowe są właściwościami podobne do ferroelektrycznych, tyle że mają jeszcze mniejsze gabaryty. Uzyskano to dzięki odmiennej konstrukcji, opartej na gąbkopodobnym porowatym spieku, trochę podobnie jak w kondensatorach elektrolitycznych tantalowych. W poprzednio omówionych dwóch grupach "ceramików" kondensator tworzyły metalowe okładziny umieszczone z obu stron dielektryka ukształtowanego w postaci płaskiej płytki ceramicznej (lub wielu takich płytek). Dla amatora wewnętrzna budowa nie ma specjalnego znaczenia - wszystkie małe kondensatory ceramiczne, zarówno typ 2, jak i typ 3 traktuje on jako kondensatory ferroelektryczne.

Kondensatory foliowe

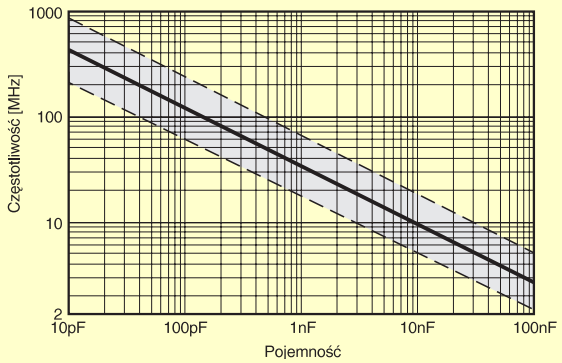
Klasyczne kondensatory foliowe to dwie wstęgi folii aluminiowej przedzielone dielektrykiem - folią z tworzywa sztucznego. Większość spotykanych na rynku kondensatorów foliowych ma jednak inną budowę - są to tak zwane kondensatory metalizowane. Okładziny stanowi cieniutka warstwa metalu (aluminium) naniesiona próżniowo na jedną lub obie strony folii z tworzywa. Kondensatory metalizowane można łatwo odróżnić, ponieważ mają w oznaczeniu literkę M - np. krajowe MKSE, KMP, KFMP, MKSP, czy zagraniczne MKT, MKP, MKC (z wyjątkiem archaicznych kondensatorów mikowych, które też mają literkę M w oznaczeniu).

Zapewne wiesz, że jako dielektryk stosuje się folię wykonaną z różnych materiałów, różne są zatem właściwości otrzymanych kondensatorów.

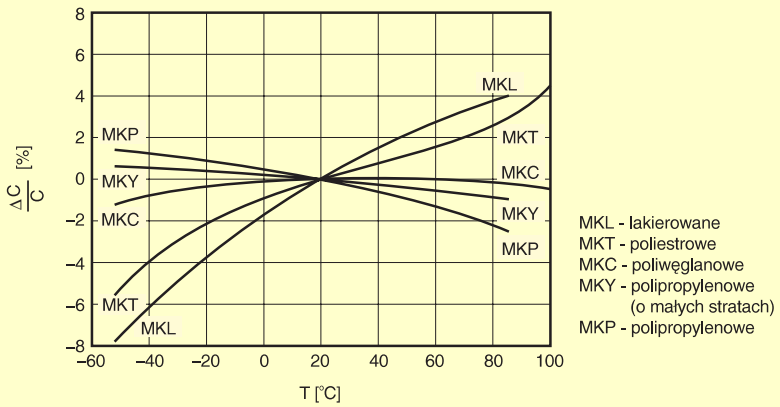
Polistyrenowe

Kondensatory polistyrenowe (styrofleksowe) w kraju mają oznaczenie KSF, w Europie - KS. Są one najbardziej stabilne spośród popularnych kondensatorów foliowych.

Pojemność "styrofleksów" praktycznie nie zależy od częstotliwości, co wśród kondensatorów foliowych jest chlubnym wyjątkiem. Pojemność niewiele zmienia się też z upływem czasu - co najwyżej 0,2...0,5% w ciągu kilku lat. Kondensatory te mają niewielki ujemny współczynnik temperaturowy około -130ppm/K i niewielką zależność od wilgotności otaczającego powietrza (+60...+200ppm/K). Straty dielektryczne są małe: tgd typowo jest mniejszy niż 0,0005. Indukcyjność własna wynosi około 1nH na 1mm długości kondensatora i jego czynnych wyprowadzeń. Wraz z pojemnością kondensatora indukcyjność ta tworzy szeregowy obwód rezonansowy, co ogranicza górną częstotliwość pracy tych konden-



Rys. 6. Częstotliwość rezonansu własnego kondensatorów styrofleksowych.



Rys. 7. Zmiany pojemności w funkcji temperatury różnych kondensatorów foliowych.

Czy wiesz że...

Niektóre kondensatory, na przykład styrofleksowe, mają zaznaczoną okładzinę zewnętrzną, która może służyć jako ekran izolujący okładzinę wewnętrzną od wpływu zakłóceń elektrycznych. Ma to znaczenie w obwodach o dużej czułości. Wyprowadzenie okładziny zewnętrznej, zaznaczone zwykle paskiem, należy dołączać do punktu o mniejszej impedancji, czyli np. do masy, plusa zasilania, wyjścia wzmacniacza itp."

satorów. **Rysunek 6** pokazuje zależność częstotliwości rezonansu własnego od pojemności kondensatorów styrofleksowych pewnej znanej firmy.

W związku z dobrymi parametrami, tylko te kondensatory są wykonywane z wąską tolerancją, nawet ±0,5% (np. krajowe KSF-022).

Kondensatory polistyrenowe stosowane były powszechnie w obwodach w.cz. i p.cz, ale obecnie są wypierane przez kondensatory ceramiczne typu 1. Inną ważną dziedziną zastosowania precyzyjnych kondensatorów styrofleksowych były wszelkiego rodzaju filtry stosowane w telekomunikacji. Ujemny współczynnik temperaturowy kondensatorów kompensował zmiany temperaturowe ferrytowych cewek. Obecnie, w związku z postępującą "cyfryzacją" telekomunikacji, i ten obszar zastosowań znacznie się skurczył.

Inne kondensatory foliowe są nieco mniej stabilne i nie są przewidziane do zastosowań precyzyjnych, a więc w katalogach nie podaje się szczegółowo tak wielu parametrów. Z reguły są to kondensatory metalizowane. Wykonywane są z tolerancją w najlepszym wypadku ±5%, zwykle ±10 i ±20%.

Na **rysunku 7** dla orientacji podaję ci zależność pojemności od temperatury kilku typów kondensatorów foliowych, i analogicznie na **rysunku 8** zależność tg od temperatury. Pod wpływem lutowania, upływu czasu, zmian temperatury, wilgotności itd... ich pojemność może zmieniać się nawet o kilka procent. Jak widzisz, niezbyt dobrze nadają się one do zastosowań wymagających dużej stałości parametrów.

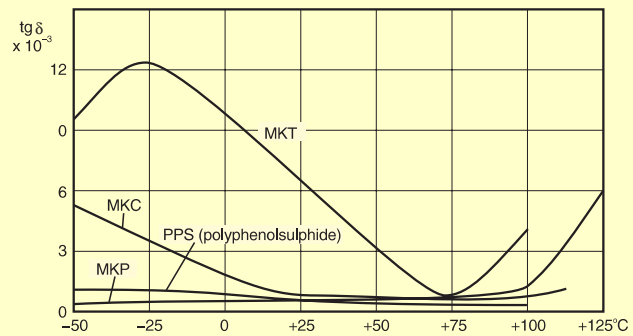
Poliestrowe

Kondensatory poli**e**strowe (ang. polyethylene **t**etraphtalate) - krajowe oznaczenie MKSE, europejskie - MKT. Obecnie są to najpopularniejsze kondensatory foliowe - stosowane są powszechnie we wszelkim sprzęcie elektronicznym w zakresie małych i średnich częstotliwości. W literaturze angielskojęzycznej bardzo często proponuje się zastosowanie "dobrych kondensatorów mylarowych" (mylar capacitors). Ja przed laty długo i niepotrzebnie się zastanawiałem skąd wziąć takie egzotyczne kondensatory; nie wiedziałem bowiem, że są to po prostu kondensatory MKT, czyli krajowe MKSE.

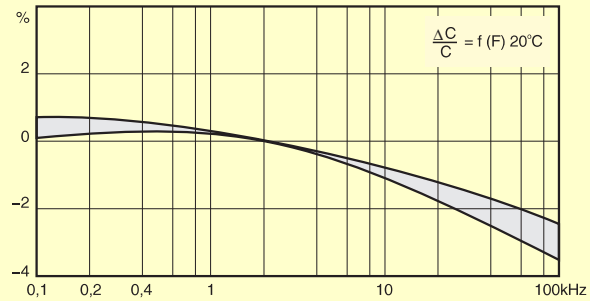
Zapewne przyda ci się informacja, że pojemność kondensatorów poliestrowych zależy od częstotliwości - pokazuje to **rysunek 9**.

Ponieważ są to najczęściej używane kondensatory, powinieneś znać dokładniej zależność ich pojemności od temperatury dla różnych częstotliwości - pokazuje to **rysunek 10**. Z kolei **rysunek 11** przedstawia impedancję w funkcji częstotliwości i częstotliwość rezonansu własnego dla kondensatorów o różnej pojemności. Są to bardzo istotne informacje, pokazują bowiem w przybliżeniu, w jakim zakresie częstotliwości kondensatory te powinny być stosowane, i jaka jest ich rezystancja strat ESR. Oczywiście bez sensu byłoby pracować z częstotliwościami znacznie przekraczającymi częstotliwość rezonansu własnego - przy wielkich częstotliwościach należy stosować kondensatory o mniejszej pojemności, które w sumie i tak będą mieć mniejszą impedancję.

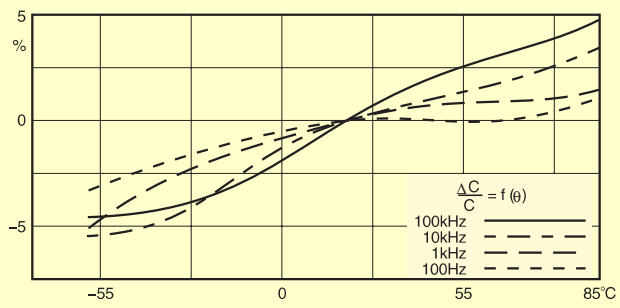
Rysunki 9...11 dotyczą kondensatorów produkcji Thomsona stosowanych



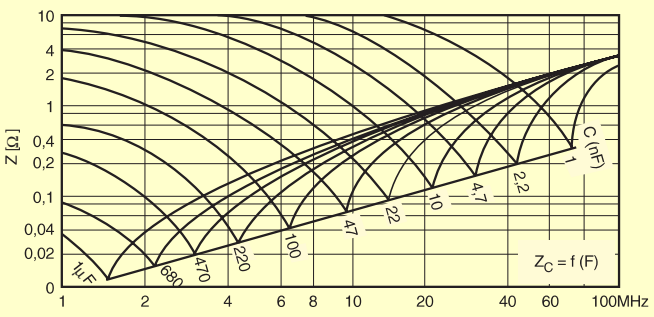
Rys. 8. Tangens kąta strat w funkcji temperatury różnych kondensatorów foliowych.



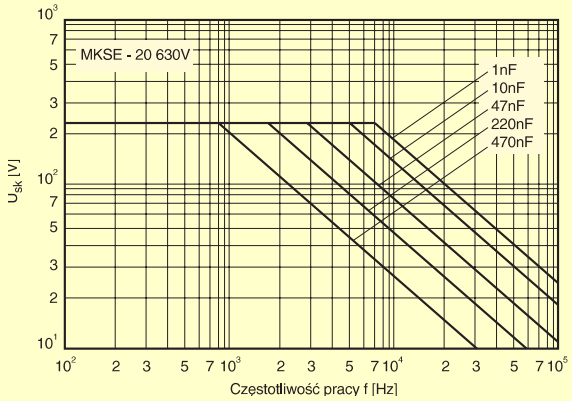
Rys. 9. Pojemność w funkcji częstotliwości kondensatorów poliestrowych.



Rys. 10. Pojemność w funkcji temperatury kondensatorów poliestrowych.



Rys. 11. Impedancja w funkcji częstotliwości kondensatorów poliestrowych.



Rys. 12. Dopuszczalne zmienne napięcie pracy w funkcji częstotliwości kondensatorów poliestrowych MKSE-20 630V.

powszechnie w zestawach AVT. Porównaj jeszcze rysunki 11 i 5. Zauważ, że współczesne kondensatory foliowe dzięki odpowiedniej budowie mają małą indukcyjność, porównywalną z kondensatorami ceramicznymi. To samo dotyczy rezystancji strat. Wygląda na to, że mogłyby być stosowane zamiennie - w obwodach odsprzęgania zasilania powszechnie stosuje się jednak znacznie tańsze "ceramiki".

Kondensatory poliestrowe mają przyzwoitą (ale wcale nie rewelacyjną) wartość tgd w granicach 0,001...0,01. Jednak w dziedzinach, gdzie są one stosowane, nie ma to zazwyczaj żadnego znaczenia praktycznego.

Choć w zasadzie kondensatory poliestrowe nie są przeznaczone do pracy przy znacznych napięciach i prądach zmiennych, jednak z powodzeniem mogą być stosowane w zasilaczach beztransformatorowych jako elementy ograniczające prąd bez strat mocy (o czym będzie mowa w następnej części). W żadnym wypadku nie mogą to być kondensatory o napięciu nominalnym 250V lub 400V, bowiem te mogą być stosowane przy napięciu przemiennym co najwyżej odpowiednio 160V i 200V. W obwodach sieci energetycznej 220V muszą być użyte kondensatory poliestrowe na napięcie pracy (stałe) 630V!

Rysunek 12 pokazuje zależność dopuszczalnego napięcia przemiennego od częstotliwości dla krajowych kondensatorów MKSE-020 630V. Ograniczenia przy większych częstotliwościach wynikają ze strat w dielektryku, które powodują nagrzewanie kondensatora; rysunek ten pośrednio wskazuje więc także na wartość ESR w funkcji częstotliwości.

Poliwęglanowe

Kondensatory poliwęglanowe (poly**c**arbonate); w kraju nie są produkowane - europejskie oznaczenie MKC. Zaletą jest około pięciokrotnie mniejsza niż w kondensatorach MKT zależność pojemności od częstotliwości, mała zależność pojemności od temperatury (±1% w zakresie -20...+70˚C), kilkukrotnie mniejsza wartość tgd - patrz rysunki 7 i 8. Niestety, z nieznanych mi względów (być może ze względu na większe gabaryty) kondensatory te nie są popularne, tak że nawet nie wszystkie znane firmy mają je w swej ofercie handlowej.

Polipropylenowe

Kondensatory polipropylenowe; krajowe oznaczenia KMP, KFMP, europejskie MKP. Przeznaczone są przede wszystkim do pracy w obwodach impulsowych, gdzie występują napięcia i prądy o znacznej stromości. Takie właśnie kondensatory stosuje się w obwodach odchylania odbiorników telewizyjnych i sieciowych zasilaczach impulsowych. My będziemy je stosować przede wszystkim we wspomnianych już zasilaczach beztransformatorowych i być może w jakichś układach impulsowych - na przykład do gasików lub filtrów przeciwzakłóceniowych.

Piotr Górecki

Czy spotkałeś już kondensatory z oznaczeniem GoldCap?

Kondensatory takie mają ogromną pojemność rzędu faradów i mogą pracować przy napięciach rzędu pojedynczych woltów. Z uwagi na olbrzymią pojemność właściwie są czymś pośrednim między kondensatorami i akumulatorami. Są stosowane jako źródła energii (zastępują akumulatory i baterie) w urządzeniach o małym poborze prądu. Kondensatory GoldCap znajdują miejsce w różnych urządzeniach wymagających nieprzerwanego zasilania jako bateria rezerwowa, pracująca w razie zaniku napięcia sieciowego.

ERRARE HUMANUM EST

W kwietniowym numerze EdW nasi Czytelnicy wytropili kilka drobnych błędów. Prosimy w swoich egzemplarzach wprowadzić następujące zmiany:

- Na schemacie ideowym monitora napięcia sieci (rys.1 str.11) błędnie opisano kondensator C2. Jego wartość, jak słusznie podano w spisie elementów, wynosi 1µF.
- Na rysunku 4.8 na str. 22 omyłkowo niepotrzebnie połączono wyjście wzmacniacza (generatora) z dodatnią szyną zasilającą.
- Na rysunku 2 ze str. 25 jeden z kondensatorów oznaczonych C2 (dolny) powinien mieć oznaczenie C3 - por. wykaz elementów.
- Na stronie 28, tuż nad rysunkiem 1, błędnie zdefiniowano wzmocnienie. Oczywiście zdanie to powinno brzmieć: "Wzmocnienie napięciowe wzmacniacza jest stosunkiem napięcia na wyjściu do napięcia na jego wejściu...
- Rysunek 1 na stronie 47 powinien być zatytułowany "Schemat ideowy odbiornika".
- W ofercie kitów Vellemana na str. 60 błędnie podano, że "Elektroniczny pies" został opisany w EdW 3/96 - tymczasem opisano go właśnie w EdW 4/96 na str. 34.

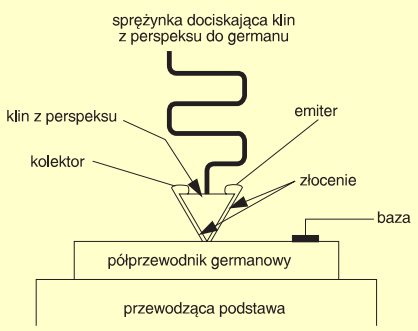
Nagrody-niespodzienki otrzymują: Marcin Skoneczny z Łaska i Marcin Wiązania z województwa kieleckiego.

Historia elektroniki część 6

W poprzednim numerze opisaliśmy odkrycia i przedsięwzięcia, które doprowadziły do stworzenia nowoczesnych elementów półprzewodnikowych. Dziś przedstawiamy wydarzenia związane z wynalezieniem tranzystora, co w konsenwencji - bez żadnej przesady - dało początek nowej epoce w rozwoju cywilizacji.

Grupa półprzewodnikowa rozpoczęła pracę nad jednym z pomysłów Shockleya. Uważał on, że powinno być możliwe skonstruowanie półprzewodnikowej triody. Wyobrażał ją sobie w postaci warstw krzemu typu n i typu p. Główny prąd płynąłby w jednej z tych warstw, a jej przewodność byłaby sterowana przez pole zewnętrzne. Zmieniałoby ono ilość tworzących ten prąd nośników ładunku (dziur lub elektronów). Była to w gruncie rzeczy zasada działania powszechnie obecnie używanego tranzystora polowego (Field Effect Transistor, FET).

Swój pomysł Shockley wypróbowywał przy pomocy struktury z cienkiej warstwy krzemu, wykonywanej metodą osadzania. Był to nowy proces, dopiero co opracowany przez innego pracownika Bella, o nazwisku Teal. Shockley sądził, że zmiana pola sterującego wywoła znaczną zmianę przewodności. Ku jego wielkiemu rozczarowaniu efektu takiego nie udało się zaobserwować. Obliczenia były wielokrotnie sprawdzane przez innych członków grupy, ale przyczyny niepowodzenia długo nie można było wykryć. Problem ten udało się rozwiązać dopiero w marcu 1946. To Bardeen wpadł na to, że powierzchnia półprzewodnika wiąże elektrony, które ekranują główny kanał przed polem elektrycznym. Shockley stwierdził później, że to odkrycie było jednym z najważniejszych osiągnięć całego programu półprzewodnikowego.



Pierwszy tranzystor.

Zmiana kierunku

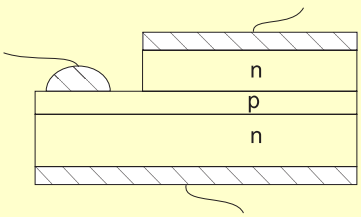
Grupa uznała się za pokonaną przez związane elektrony i jakiś czas zajmowała się innymi zastosowaniami złączy p-n. Ale idea wzmacniacza półprzewodnikowego nie została porzucona.

Z początkiem grudnia 1947 Bardeen i Brattain rozpoczęli doświadczenia z dwoma blisko umieszczonymi złączami ostrzowymi. Zaobserwowali, że jeżeli jedno z nich jest spolaryzowane zaporowo a drugie w kierunku przewodzenia, to daje się zauważyć niewielkie wzmocnienie. Wkrótce doszli do wniosku, że dwa złącza diodowe należy umieścić bardzo blisko siebie. Udało się to wykonać wyjątkowo łatwo. Mały klin perspeksu został pozłocony, poczym z samego jego ostrza za pomocą żyletki usunięto warstwę złota. Następnie klin został dociśnięty małą sprężynką do warstwy germanu. Dwa klinowe styki utworzyły emiter i kolektor, a warstwa germanu bazę. Przyrząd ten został wypróbowany 16 grudnia 1947 i ku zaskoczeniu eksperymentatorów od razu zaczął działać. Tak powstał pierwszy tranzystor ostrzowy.

Już w tydzień później Shockley, Bardeen i Brattain przedstawiali swój nowy pomysł naczelnemu kierownictwu Bella. Pokaz ten przyjęło się uważać za ogłoszenie ery tranzystora. Potrzeba było jednak jeszcze wielu wysiłków aby tranzystory mogły stać się powszechną rzeczywistością.

Tranzystory ostrzowe czy złączowe

Pierwsze tranzystory ostrzowe były bardzo zawodne i nie nadawały się do produkcji. Shockley, opierając się na teoretycznych obliczeniach, zaproponował więc zastąpienie styku ostrzowego złączem p-n. Zaskakujące było to, że wpadł na ten pomysł już w kilka zaledwie tygodni od wynalezienia tranzystora ostrzowego. Realizacja tranzystora złączowego okazała się jednak trudna. Pierwszy egzemplarz udało się Shockleyowi wykonać dopiero w kwietniu 1949. Dokonał tego upuszczając kroplę stopionego germanu typu p na rozgrzany german typu n. Powstała grudka musiała zostać następnie do połowy rozcięta, aby otrzymać dwa złącza p-n. Na przykładzie tego prymitywnego przyrządu potrafił jednak dowieść, że wykazuje on wzmocnienie prądowe i wzmocnienie mocy.



Tranzystor złączowy pomysłu Shockleya.

Technologia materiałów

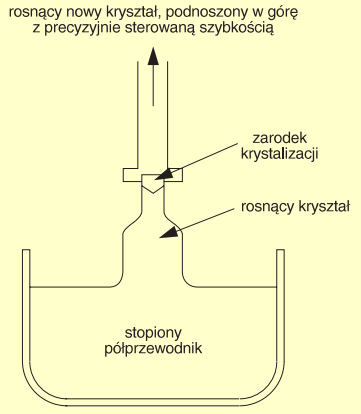
Postęp w wytwarzaniu tranzystorów był uzależniony w wielkim stopniu od technologii materiałowej. Surowcem do produkcji półprzewodników są monokryształy o bardzo wysokiej czystości. Metody ich wytwarzania i oczyszczania wymagały doskonalenia.

W 1950 do produkcji kryształów germanu Teal zastosował metodę Czochralskiego. Profesor Jan Czochralski (1885 - 1953) do 1928 pracował w Niemczech, gdzie był prezesem Deutsche Gesellschaft für Metallkunde, a później został profesorem i dr h.c. Politechniki Warszawskiej, gdzie doskonalił swoją metodę produkcji monokryształów.

Później Pfann do oczyszczania materiałów półprzewodnikowych zaproponował metodę rafinacji strefowej.

W początkowym okresie prac Shockley mógł produkować kryształy, do których potrafił wprowadzać kontrolowane ilości właściwych domieszek, potrzebnych do wykonywania złącz p-n. Później mógł już wykonywać w germanie kompletne struktury p-n-p. Tak wykonywane tranzystory działały, ale ich parametry nie osiągały spodziewanego przez Shockleya poziomu. Jakość materiałów była za niska.

W miarę udoskonalania technologii materiałów, coraz więcej przedsiębiorstw uruchamiało produkcję tranzystorów. Początkowo Bell wytwarzał zarówno tranzystory ostrzowe jak i wyciągane złączowe. Wkrótce potem General Electric wprowadził nowy rodzaj tranzystora, nazwany stopowym złączowym.



Proces Czochralskiego.

Do tego czasu wszystkie tranzystory wykonywano z germanu. Na konferencji Institute of Radio Engineers w maju 1954 wielu mówców twierdziło, że tranzystory krzemowe to jeszcze sprawa lat. Tymczasem ku zaskoczeniu wszystkich Teal, który przeniósł się do mało znanej firmy Texas Instruments, rozpoczął produkcję tranzystorów krzemowych. Dzięki temu Texas Instruments wysforował się na czoło producentów tranzystorów, stając się jednym z głównych wytwórców półprzewodników. Inni producenci potrzebowali lat na wprowadzenie na rynek własnych tranzystorów krzemowych.

Gdy Texas przewodził w opracowywaniu tranzystorów krzemowych, Bell i General Electric podążały w innych kierunkach badań. Tak usprawniono sterowanie procesem dyfuzji domieszek w półprzewodniku, że można było produkować dowolne struktury. Dodatkowym ważnym udoskonaleniem była możliwość tworzenia na tych strukturach warstw tlenkowych. Specjalne techniki fotograficzne umożliwiły dokładne kształtowanie domieszkowanych obszarów.

Udoskonalone metody dyfuzji i fotografii umożliwiały produkcję wielu tranzystorów z jednej płytki krzemu, którą można potem pociąć na indywidualne tranzystory. Mogły więc być one produkowane w ilościach umożliwiających obniżanie ceny do poziomu pozwalającego im konkurować z lampami elektronowymi.

Pomimo tego tranzystory były stosunkowo drogie. Z początkiem lat 60-tych zwykły tranzystor kosztował 1,5 funta, ale można było taniej kupić tranzystory o gorszych parametrach, oznaczane czerwoną lub białą kropką. Były to w gruncie rzeczy odrzuty produkcyjne, ale nadawały się do niektórych zastosowań dla mniej wybrednych odbiorców. Kolorem znakowano pasmo częstotliwości, czerwona kropka oznaczała zastosowania audio, a biała wielką częstotliwość, ale najwyżej 1 do 2MHz. Kosztowały 0,25 funta.

W ciągu lat 60-tych, w miarę jak rosło zastosowanie tranzystorów, ich ceny ogromnie spadły. Krzem zastąpił german, a parametry tranzystorów powszechnego użytku bardzo się poprawiły.

Nowy rodzaj tranzystora

Powodzenie tranzystorów bipolarnych zmniejszyło zainteresowanie pierwszym pomysłem Shockleya - półprzewodnikową wersją triody lampowej. Historia tranzystora polowego zaczęła się jednak dużo wcześniej. Pierwsze patenty pojawiły się w latach 20-tych, Juliusa Lilienfelda w 1926 w USA i Oskara Heila w 1936 Wielkiej Brytanii.

Do dalszego usprawnienia tranzystora polowego (FETa) Shockleya przyczynił się Amerykanin Ross. Wpadł on na pomysł odseparowania elektrody sterującej, czyli bramki, od kanału, cienką warstwą izolacyjną. Pomysł był dobry, ale na otrzymanie zadowalających wyników potrzebował czterech lat. Trudność polegała na znalezieniu odpowiedniego izolatora, który musiał być niezmiernie cienki, ale wytrzymywać równocześnie napięcia stosowane w układzie.

Obecnie do tego celu stosuje się dwutlenek krzemu. Wynaleziono to u Bella w 1959, co umożliwiło wyprodukowanie pierwszych MOSFETów (Metal Oxide FET) w 1960. Nie były one wysokiej jakości. Warstwy tlenkowe zawierały obniżające jakość zanieczyszczenia. Dopiero w 1963 udało się wyprodukować dostatecznej jakości warstwy tlenkowe. Stało się to nie tylko przełomem w produkcji FETów, ale odegrało decydującą rolę w udoskonaleniu technologii powstających układów scalonych.

Pierwszy FET pojawił się na rynku w 1958 i to nie w USA, tylko we Francji. Był wykonywany techniką stopową z germanu. Produkcję FETów podjęły w Europie także inne firmy, jak Philips czy Ferranti. Nadal jednak najbardziej liczył się Texas Instruments i jego doskonała technologia.

FETy mają wiele zalet. Ich impedancja wejściowa jest bardzo duża, a szumy niewielkie. Liczyło się także ich podobieństwo do lamp elektronowych, które były wówczas jeszcze bardzo rozpowszechnione. Impulsem do rozszerzenia ich stosowaniu stał się zaproponowany w 1963 przez dwóch Amerykanów, Wanlassa i Saha, układ komplementarny. Ten rodzaj układów przyjął się szybko, gdy zorientowano się w jego zaletach związanych z małym poborem prądu.

Pod koniec lat 60-tych zastosowanie FETów ogromnie wzrosło, a ich parametry zostały znacznie poprawione. Pod wieloma względami FETy zyskały przewagę nad bardzo rozpowszechnionymi tranzystorami bipolarnymi.

Podsumowanie

Powstanie tranzystorów nadało elektronice ogromnego przyspieszenia. Wprowadziły one elektronikę w dziedziny, do których w formie lampowej nie miała dotychczas dostępu. W przeciętnym domu obok dominujących dotąd radia i telewizji pojawiło się wiele nowych urządzeń elektronicznych. Elektronika rozwijała się coraz szybciej, przygotowując grunt dla nowych, rewolucyjnych zmian.

kp

W rubryce "Poczta" zamieszczamy fragmenty Waszych listów oraz nasze odpowiedzi na pytania i propozycje. Elektronika dla Wszystkich to nasze wspólne pismo i przez tę rubrykę chcemy zapewnić jak najbardziej żywy kontakt między Redakcją, a Czytelnikami. Prosimy o listy z oczekiwaniami w stosunku do nas, z propozycjami tematów do opracowania, ze swoimi problemami i pytaniami. Postaramy się w miarę możliwości spełnić Wasze oczekiwania.

Specjalną częścią "Poczty" jest kącik tropicieli chochlika drukarskiego. To stworzenie, jak wiadomo, gnieździ się w redakcjach, w drukarniach i ciemną nocą robi różne dowcipy. Nasz nawet umie obsługiwać komputer. Przyznajmy uczciwie, że nie wszystki błędy możemy zwalić na chochlika. Tak naprawdę, to zawsze winni są ludzie - wiadomo jednak, że nie myli się ten tylko, kto nic nie robi, czyli "Errare humanum est". Wśród Czytelników, którzy nadeślą przykłady błędów (w tym numerze zamieszczone na str. 56), będą co miesiąc losowane nagrody w postaci kitów z serii AVT-2000.

Piszcie więc do nas, bardzo cenimy wasze listy, choć nie na wszystkie możemy szczegółowo odpowiedzieć.

Jest to nasza wspólna rubryka, dlatego będziemy się do Was zwracać po imieniu, bez względu na wiek.

Wszystkim, którzy do nas napisali, dziękujemy za wyrazy życzliwości i pozdrowienia.

Przypominamy, że archiwalne numery EdW można zamawiać na przedpłatę bez ponoszenia dodatkowych kosztów przy odbiorze (patrz str. 60). Natomiast przy wysyłce za zaliczeniem, Poczta pobiera znacznie wyższe opłaty. Przy wszelkich zamówieniach należy bardzo starannie, pismem drukowanym wypełniać wszystkie druki. Zwróćcie na to uwagę, bowiem nasz Dział Wysyłkowy otrzymuje często zamówienia niekompletne, wręcz uniemożliwiające wysyłkę.

Kilka osób narzeka na wysokie koszty przesyłki przy zamawianiu pojedynczych płytek czy kitów AVT. Jesteśmy świadomi, że może to być poważnym ograniczeniem, ale niestety rzeczywistość (a w szczególności Poczta) jest nieubłagana. Wydaje nam się, że skutecznym rozwiązaniem byłoby znalezienie najbliższego dealera, czy jak kto woli, autoryzowanego dystrybutora wyrobów AVT. Firma AVT oferuje w tym zakresie korzystne warunki współpracy. Dowiedzcie się, czy najbliższy sklep elektroniczny nie mógłby stać się takim lokalnym dealerem. Jeśli zbierzecie się i zgłosicie zapotrzebowanie na konkretne wyroby, to właściciel sklepu mógłby sprowadzić wszystko z magazynu AVT na preferencyjnych zasadach. W ten sposób mielibyście w zasięgu ręki wszystkie wyroby AVT, łącznie z wymarzonymi najnowocześniejszymi układami scalonymi, obudowami itp. (pełna oferta AVT zamieszczana jest w każdym numerze Elektroniki Praktycznej). Oczywiście, aby taka inicjatywa miała rację bytu, musicie zapewnić lokalnemu dystrybutorowi jako taki obrót, żeby i on zarobił na chleb. Zgłaszajcie więc swoje potrzeby do lokalnych sklepów. Jesteśmy przekonani, że tą drogą najprościej zaopatrzycie się w płytki i potrzebne podzespoły.

Przekonaliście nas! Pod wpływem Waszych listów zdecydowaliśmy, że również w EdW będziemy drukować wkładkę z rysunkiem ścieżek płytek drukowanych. Wkładka taka pojawi się po raz pierwszy w sierpniowym numerze EdW i pomału odrobimy zaległości ze wszystkich wcześniejszych numerów.

Wkładka nie uszczupli miejsca na artykuły, gdyż **od sierpnia zwiększamy objętość EdW o 16 stron**!

Na wkładce będzie rysunek ścieżek widziany od strony druku, czyli odwrotnie niż na schematach montażowych publikowanych w artykułach. Pomoże Wam to przy ręcznym malowaniu płytek.

Chcemy jednak pójść dalej. **Proponujemy, żebyście podzielili się swoimi doświadczeniami na temat ręcznego wykonywania płytek**. My w Redakcji jesteśmy starymi (no, nie dosłownie) praktykami, ale zaprzestaliśmy takich "ręcznych" metod dość dawno i nie wiemy, czy nasze doświadczenia są jeszcze aktualne. Piszący te słowa z powodzeniem malował swego czasu ścieżki kolorowym tuszem "Barock" produkcji NRD. Dziś prawie zapomnieliśmy co to NRD, nie mówiąc o tuszu "Barock".

Napiszcie więc koniecznie, czym malujecie ścieżki? Specjalnym mazakiem (olejnym lub nitro), flamastrem (określcie dokładnie typ, bo mało który mazak się tu nadaje), tuszem kreślarskim, farbą, czy jeszcze inaczej? Jak radzicie sobie przy rysowaniu cienkich ścieżek, np między sąsiednimi nóżkami układu scalonego? Czym potem zmywacie farbę lub tusz? A może ktoś z Was wykonuje płytki metodą fotochemiczną?

Kiedy wiercicie otwory? Przed malowaniem ścieżek, czy po? Czy punktakiem zaznaczacie miejsca na otwory? Czym wiercicie otwory? A może macie dobry pomysł na tanią wiertarkę lub uchwyt do małych wierteł?

Jak przygotowujecie powierzchnię płytki do lutowania? Czym ją czyścicie?

Czy zdarza się Wam cynować ścieżki?

Czy udaje się Wam wykonywać płytki "dwustronne"? Jak sobie wtedy radzicie z przelotkami?

Napiszcie o tym wszystkim, podzielcie się doświadczeniami, a Wasze wskazówki przedstawimy dla wspólnego pożytku na łamach EdW.

Tak w ogóle, to chodzi nam po głowie pomysł rubryki "Tips&Tricks", w której znalazłyby się krótkie korespondencje od Czytelników, opisujące pomysłowe usprawnienia lub rozwiązania różnych drobnych problemów wykonawczych, projektowych i innych. **Podzielcie się z innymi Czytelnikami EdW wszystkimi Waszymi "wynalazkami". Będzie to rubryka z nagrodami.**

Marcin Skoneczny z Łaska napisał:

Droga Redakcjo! Na wstępie pozdrawiam całą redakcję "EdW" i przesyłam podziękowania za stworzenie ideału dla elektroników amatorów i nie tylko (mam na myśli oczywiście "EdW").

Gdybym miał Was wychwalać tak jak na to zasłużyliście, to musiałbym "dopiąć" kilka kartek formatu A4, więc powiem krótko - aby tak dalej. (Osobiście nie znam lepszej gazety dla moich potrzeb.)

Chciałbym podać Wam propozycję zaprojektowania i wydrukowania na łamach Waszej gazety bardzo interesującego (nie tylko według mnie) układu typu wykrywacz kłamstw. Za publikację będę bardzo wdzięczny wraz z kolegami, którzy również od jakiegoś czasu uporczywie wertują kartki różnych czasopism o tematyce elektronicznej - bez skutku. Gdyby jednak nie było takiej szansy to proszę abyście skierowali moją prośbę do działu "Szkoła Konstruktorów" jako zadanie.

Wierzę w Waszą moc działania i trzymam kciuki, aby dało się coś zrobić z moją prośbą. Z góry dziękuję.

PS. Przesyłam kilka przykładów błędów począwszy od nr 2 EdW. Sądzę jednak, że dzięki temu konkursowi chochlik drukarski zostanie unicestwiony... przygnieciony przez listy od Czytelników. (..)

Za to ostatnie dowcipne zdanie - sposób na chochlika, Marcin otrzymuje od nas upominek - niespodziankę.

Sprawą wykrywacza kłamstw zajmuje się nasz nieoceniony red. Z. Raabe. Ale ponieważ temat jest rzeczywiście mało znany, proponujemy, abyście "odkopali" w literaturze wszelkie możliwe informacje o rozwiązaniach układowych, ale przede wszystkim, na jakich zjawiskach fizjologicznych oparte są profesjonalne detektory kłamstwa. Pomóżcie Marcinowi i jego kolegom. A może macie w rodzinie lub wśród znajomych kogoś, kto trochę zna tę sprawę, choćby właśnie od strony zasady działania i podstaw fizjologicznych? Napiszcie, jeśli wiecie coś ciekawego na ten temat!

Cd. na str. 51

Cd. ze str. 51

Pozdrawiamy Michała Banasia, Romana Dubińskiego, Marcina Filipowicza, Grzegorza Kanię, Piotra Koniecznego, Arkadiusza Miśkiewicza, Tomasza Piersiaka i Krzysztofa Soję.

Marcin Wiązania z woj. kieleckiego wytropił kilka drobnych nieścisłości w opisie Automatycznej sekretarki do drzwi oraz w artykule "Elektroniczna gra w kości". Gratulujemy spostrzegawczości! Marcin też otrzymuje nagrodę - niespodziankę.

Otrzymaliśmy też list od **Rafała Pardy** z Łomży:
Witajcie! Mam 15 lat. Elektroniką zaraziłem się od mojego wujka pięć lat temu. Przez te pięć lat rozwijałem swoje umiejętności z tej dziedziny. Mam nadzieję, że pomożencie mi wtym.
Bardzo mi się podoba EdW. Do niedawna kupowałem kilka czasopism elektronicznych, lecz kiedy zakupiłem w kiosku pierwszy numer EdW postanowiłem kupować tylko jedno, a mianowicie "Elektronikę dla wszystkich". Uważam, że EdW jest wspaniałym, wręcz niepowtarzalnym i estetycznym czasopismem. Cieszę się, że będę je kupował od pierwszego numeru.
Dobrze by to było, gdyby w EdW pojawiła się rubryka ze schematami wewnętrznymi, aplikacjami i danymi technicznymi układów scalonych. Głownie układów cyfrowych TTL i CMOS. Mile widziane będą także układy analogowe z serii UL i ULY. Chciałbym także, żeby projekty przez was przedstawiane były budowane z łatwo dostępnych, w miarę tanich podzespołów i miały rysunek z obwodem drukowanym. Ponieważ chciałbym budować układy własnoręcznie od początku. (...)
Nie tylko Rafał, ale więcej osób upomina się o artykuły na temat techniki cyfrowej. Oczywiście, pojawią się one niebawem w postaci cyklów o mikroprocesorach oraz o kostkach TTL i CMOS. Od sierpnia zwiększamy objętość aż o 16 stron! Jednak nie jesteśmy pewni, czy zajmować cenne miejsce na przedruk katalogów z parametrami układów scalonych. Co o tym sądzicie? Jakie waszym zdaniem najpopularniejsze grupy układów scalonych należałoby ewentualnie przedstawić? Które kostki zainteresowałyby szersze grono Czytelników? Napiszcie czego oczekujecie w tym zakresie. Obecnie przygotowujemy Wam praktyczną, skondensowaną "ściągę" z parametrami scalonych stabilizatorów liniowych. Co powinno zostać opisane w następnej kolejności?

Janusz Bubała z Katowic ma trudności z uruchomieniem procesora 80C52 - nie chce pracować oscylator. Przyczyn może być wiele:
Przede wszystkim piszesz, że na nóżce 19 powinien być sygnał 12MHz. To prawda, ale pin 19 to wejście oscylatora i nie powinno się tam podłączać żadnego dodatkowego obciążenia, w szczególności kabla pomiarowego o pojemności rzędu 100pF. Najlepiej sprawdzić, czy na wyjściu PSEN\ (lub ALE) pojawiają się impulsy strobujące o częstotliwości 2MHz. Jeśli korzystasz z zewnętrznej pamięci, to czy zwarłeś EA\ (pin 31) do masy?
W układzie oscylatora nie trzeba stosować trymera, wystarczą dwa kondensatory po 30pF. A może to kwarc lub któryś z kondensatorów jest "trafiony"?
Czy zastosowałeś właściwy kondensator RESETu (elektrolit 10µF do plusa zasilania)? Przyczyną może być też brak odsprzęgania zasilania. Zastosuj na próbę kilka kondensatorów umieszczonych w różnych punktach obwodów zasilania.
Jeśli mimo wszystko układ nie pracuje, prawdopodobnie masz uszkodzony procesor.
Chyba, że masz w programie pluskwę, która ustawia ci w rejestrze PCON flagi PD lub IDL, wprowadzając procesor w stan uśpienia.

Zbigniew Wania z Sieradza jest zainteresowany czujnikami ruchu.
Obecnie powszechnie używa się tzw. czujników pasywnych, które reagują na promieniowanie podczerwone wytwarzane przez wszystkie ciepłe przedmioty, również przez ciało ludzkie. Wykrywają one różnicę temperatur i ruch. Spotyka się też mikrofalowe czujniki ruchu, pracujące na zasadzie zbliżonej do radaru - są one jeszcze droższe.
Rzeczywiście, jak piszesz, ceny są dość wysokie, jednak w warunkach amatorskich nie da się wykonać dobrego czujnika podczerwieni pasywnej. Podzespoły elektroniczne nie są problemem - można je zdobyć bez kłopotu. Parametry czujki zależą natomiast w ogromnym stopniu od zastosowanej soczewki, a tej nie da się wykonać w garażu. Nie jest to typowa soczewka typu "szkło powiększające", tylko cienka płyta ze specjalnego tworzywa z mnóstwem okrągłych wypukłości. Taka płyta w rzeczywistości tworzy zespół wielu soczewek i tym samym "pole widzenia" czujnika jest podzielone na wiele wąskich stref. Czujnik wykrywa przemieszczanie się między tymi wąskimi strefami obiektu o temperaturze innej niż temperatura tła. Bez takiej soczewki czujnik jest praktycznie bezwartościowy i ma zasięg rzędu jednego metra. Każdy dobry producent czujników ma w ofercie kilka wymiennych soczewek. Standardowo stosuje się soczewkę tzw. objętościową do ochrony pomieszczeń. Ciekawostką jest możliwość zastosowania soczewki o tak dobranym układzie i zasięgu stref czułości, że "widzi" ona obiekty wyższe, np. idącego człowieka, a nie dostrzega np. psa chroniącego obiekty.
Dla właściwego działania każdy czujnik trzeba wyregulować - w zależności od wysokości zainstalowania należy ustawić w odpowiedniej pozycji płytkę z układem w stosunku do obudowy i ustawić zwory według instrukcji.
Biorąc to wszystko pod uwagę, proponujemy ci jednak kupno gotowego czujnika i to dobrej firmy, np. pozycja oznaczona A17 w ofercie AVT: czujka CROW MH-10. Do automatycznego sterowania światła w łazience będziesz musiał też zastosować zasilacz 12V, przekaźnik (np. RM81 12V) i prawdopodobnie układ czasowy.

Wyjaśniamy:

- Helitrim to potoczna nazwa wieloobrotowego potencjometru dostrojczego. Kiedyś była to nazwa handlowa takich potencjometrów pewnej znanej firmy, ale obecnie nazywa się tak wszystkie wieloobrotowe potencjometry montażowe, niezależnie od kształtu. W naszym elektronicznym slangu zwykły jednoobrotowy potencjometr dostrojczy (montażowy) nazywamy "peerkiem". Większość popularnych PR-ków ma węglową ścieżkę rezystancyjną; nie są one stabilne i nie nadają się do aparatury pomiarowej. Lepsze jednoobrotowe i praktycznie wszystkie wieloobrotowe potencjometry montażowe (helitrimy), mają warstwę rezystancyjną umieszczoną na podłożu ceramicznym. Sama warstwa rezystancyjna, będąca mieszaniną metali i pewnych tlenków, jest naniesiona na podłoże techniką grubowarstwową. Spotyka się także znacznie droższe heltrimy drutowe.
  Wszystkie cermetowe i drutowe heltrimy mają szczelną obudowę, są stabilne i nadają się do układów precyzyjnych.
- W elektronice przyjęło się na schematach ideowych pomijać oznaczenie oma i farada. Podaje się tylko skróty, np.: p - piko, k - kilo, M - mega. Ponieważ w większości programów "elektronicznych" nie można wprowadzać greckich liter, zamiast µ - mikro, pisze się małą literkę u. Natomiast, żeby nie stwarzać wątpliwości, w przypadku wartości podanej w omach, pisze się często dużą literę R. Wtedy odbiorca wie, że na pewno nie brakuje tam literki k lub M.
- Artykuły z serii "Klocki elektroniczne" są tłumaczeniem wersji angielskiej i nasza ingerencja w ich treść jest minimalna. W opisywanych klockach stosuje się układy logiczne rodziny CMOS4000, a nie TTL.
- Za treść i poprawność merytoryczną artykułów w dziale Forum Czytelników nie możemy, ze zrozumiałych względów, ponosić odpowiedzialności. Wszyscy mamy nadzieję, że projekty te zostały przez Autorów wypróbowane w różnych warunkach pracy, i ewentualny naśladowca nie natknie się na minę.
- Póki co, przez Internet nie można z AVT ściągnąć pakietu Easytrax (choć być może jest to możliwe, o ile firma Protel jest w sieci - nie sprawdzaliśmy). Dyskietkę z programem można zamówić wg oferty na str. 60 EdW. Planujemy natomiast udostępnić przez Internet nasze biblioteki Easytraxa.
- Nabywcy zestawów serii AVT1000 otrzymują kserokopie artykułów z Elektroniki Praktycznej. Artykuły te nie zawierają wprawdzie szczegółowego opisu, ale są wystarczające do zbudowania i uruchomienia układu przez średnio zaawansowanego elektronika.

ERRARE HUMANUM EST

W kwietniowym numerze EdW nasi Czytelnicy wytropili kilka drobnych błędów. Prosimy w swoich egzemplarzach wprowadzić następujące zmiany:

- Na schemacie ideowym monitora napięcia sieci (rys.1 str.11) błędnie opisano kondensator C2. Jego wartość, jak słusznie podano w spisie elementów, wynosi 1µF.
- Na rysunku 4.8 na str. 22 omyłkowo niepotrzebnie połączono wyjście wzmacniacza (generatora) z dodatnią szyną zasilającą.
- Na rysunku 2 ze str. 25 jeden z kondensatorów oznaczonych C2 (dolny) powinien mieć oznaczenie C3 - por. wykaz elementów.
- Na stronie 28, tuż nad rysunkiem 1, błędnie zdefiniowano wzmocnienie. Oczywiście zdanie to powinno brzmieć: “Wzmocnienie napięciowe wzmacniacza jest stosunkiem napięcia na wyjściu do napięcia na jego wejściu...
- Rysunek 1 na stronie 47 powinien być zatytułowany “Schemat ideowy odbiornika”.
- W ofercie kitów Vellemana na str. 60 błędnie podano, że “Elektroniczny pies” został opisany w EdW 3/96 - tymczasem opisano go właśnie w EdW 4/96 na str. 34.

Czytelnik **P.A z Krakowa** prosi o schemat przystawki do monitora kolorowego od komputera Amiga, umożliwiającego odbór programów TV (w tym dźwięku stereo). Obecnie nie możemy mu pomóc. Czy jednak ma to większy sens? Może ktoś z Czytelników mógłby coś doradzić? Czy można by tu wykorzystać magnetowid posiadający tuner?

Zbigniew Świerzewski z Pudliszek pisze:
Od niedawna jestem czytelnikiem miesięcznika "EdW". Długo szukałem odpowiedniego czasopisma, które potrafi jak najprościej przyswoić artykuły takim elektronikom jak ja (amatorom). To fajnie, że istnieje miesięcznik, który czyta się po prostu "od deski do deski" i z niecierpliwością czeka się na następny numer. Mam do redakcji "EdW" prośbę. Czy mógłbym uzyskać od Was (nawet odpłatnie) schemat regulatora temperatury: analogowego lub cyfrowego z wyświetlaczem LED lub LCD. (...)
Zbyszku, jesteśmy elektronikami nie od dziś i śmiemy przypuszczać, że sam schemat niewiele ci pomoże. Nie wiemy, do czego Ci ten regulator jest potrzebny, czym ma sterować, jaka ma być maksymalna temperatura. W serii modułów AVT opisywanych w Elektronice Praktycznej możesz znaleźć wszystkie "klocki" do budowy potrzebnego ci regulatora (seria AVT-104 i 147).
Możemy opracować w redakcji EdW dowolny regulator, wykonamy też płytki, zapewnimy części, i to nie tylko dla Ciebie, lecz i dla innych. Napiszcie więc, kochani jakiego regulatora się spodziewacie. Prosty regulator temperatury można wykonać na płytce wielofunkcyjnej PW-01, opisujemy go na stronie 9.
Nie wiemy, gdzie w kraju można kupić obudowy do wieży "Diora" - w Warszawie na Wolumenie piszący te słowa kupuje takowe u p. Czarka z Łodzi.

Czytelnik **P.A z Krakowa** prosi o schemat przystawki do monitora kolorowego od komputera Amiga, umożliwiającego odbór programów TV (w tym dźwięku stereo). Obecnie nie możemy mu pomóc. Czy jednak ma to większy sens? Może ktoś z Czytelników mógłby coś doradzić? Czy można by tu wykorzystać magnetowid posiadający tuner?